

# ଫୌଜ ବିଜ୍ଞାନ

ଅନୁକ୍ରମ-ଅନୁକ୍ରମ





# ভৌত বিজ্ঞানে শিক্ষক-শিক্ষার্থী

[ A Text-Book on the Method of Teaching Physical Sciences ]

[ পশ্চিমবঙ্গের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের বি. এড্. পাঠ্যক্রমের ভৌত বিজ্ঞান  
শিক্ষণ-পদ্ধতির পাঠ্যসূচী অবলম্বনে লিখিত ]

৭৭৫৭

শ্রীকমলকৃষ্ণ দে

অ্যাসিস্ট্যান্ট প্রফেসর অব ফিজিক্স, গভর্নমেন্ট ট্রেনিং কলেজ  
হগলী ; প্রাক্তন অ্যাসিস্ট্যান্ট প্রফেসর অব ফিজিক্স,  
গভঃ টিচার্স, ট্রেনিং কলেজ, মালদহ ;  
লেকচারার ইন ফিজিক্স, শ্রীচৈতন্য  
কলেজ, হাবড়া, ২৪ পরগণা ।



২৩০৭

সোম্বা বুক এজেন্সী

৪২/১, বেনিগাটোলা লেন  
কলিকাতা-৭০০০০৯



প্রকাশক

অমরেন্দ্র চক্রবর্তী

সোমা ব্লক এজেন্সীর পক্ষে,

৪২/১ বোনিয়াটোলা লেন,

কলিকাতা-৭০০০০৯

S. C. B. N. T. W. B. LIBRARY

Date

Acc. No. ৭৭৫৩-

প্রথম প্রকাশ

মহালয়া, ১৩৮৫

পরিমার্জিত দ্বিতীয় প্রকাশ

মহালয়া, ১৩৮৯

আর্থিক মূল্য—পঁচিশ টাকা।

চন্দ্রিকা

মুদ্রাকর :

জ্যোতিষ প্রেস

কলিকাতা-৭০০০০৯

শান্তিনাথ প্রেস

কলিকাতা-৭০০০০৬



স্বর্গত পিতৃদেব  
রাজেন্দ্রনাথ দে'র উদ্দেশ

যাঁর কাছ থেকে

পেয়েছি শেখা

ও

শেখানোর প্রেরণা

1873

THE  
LIBRARY OF THE  
MUSEUM OF NATURAL HISTORY

NEW YORK  
1873

THE  
LIBRARY OF THE  
MUSEUM OF NATURAL HISTORY

## পুরোভাষ

পশ্চিম বাংলার মাধ্যমিক-পাঠ্যক্রমে “ভৌত বিজ্ঞান” এক নতুন নাম। পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের দেহ আশ্রয় করে গড়ে উঠলেও বিষয়টির শিক্ষাগত উদ্দেশ্য ও শিক্ষা-পদ্ধতি একটু স্বতন্ত্র। বিদ্যালয়ে উপযুক্ত শিক্ষকের মাধ্যমে ভৌত বিজ্ঞানের উদ্দেশ্যগুলি বাস্তবে রূপায়িত করতে হ’লে চাই— পর্যাপ্ত সময়, উপযুক্ত প্রস্তুতি ও আধুনিক উপকরণ। কিন্তু দুঃখের কথা, বিদ্যালয়ে ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য পর্যাপ্ত সময় দেবার সুযোগ নেই; শহরাঞ্চলের মন্টিমেয় বিশেষ সুবিধাপ্রাপ্ত বিদ্যালয়গুলি বাদ দিলে, অধিকাংশ বিদ্যালয়ে না-আছে উপযুক্ত প্রস্তুতি, না-আছে আধুনিক সরঞ্জাম। এই সব দেশীয় বিদ্যালয়গুলির মানোন্নয়নের সার্বিক প্রচেষ্টা সত্ত্বেও বিভিন্ন কারণে এখন পর্যন্ত আশানুরূপ ফল পাওয়া যায়নি। এই অবস্থায় বিদ্যালয়ের দারিদ্র্যের দোহাই দিয়ে ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় গতানুগতিক পদ্ধতি অবলম্বন করলে লাভের পরিবর্তে ক্ষতির সম্ভাবনাই বেশী, কারণ বিজ্ঞানের অগ্রগতির ওপর দেশের ও জাতির উন্নতি নির্ভর করছে। সেজন্য আমাদের চেষ্টা করতে হবে, যাতে সীমিত সময়ে সহজলভ্য ও সাধারণ উপকরণ ব্যবহার করে সাধারণ দক্ষতাসম্পন্ন বিজ্ঞান-শিক্ষক সাধারণ শিক্ষার্থীদের জীবনোপযোগী বিজ্ঞান-পাঠ দিতে পারেন। সেই উপায় অনুসন্ধান করবার চেষ্টা করা হয়েছে পুস্তকটিতে। সেদিক থেকে পুস্তকখানি ইংরাজী ও বাংলার লেখা ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার অন্যান্য পুস্তক থেকে স্বাতন্ত্র্যের দাবী রাখে।

কিন্তু তাই বলে প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীদের প্রয়োজনকে অস্বীকার করা হয়নি। মূলতঃ কলিকাতা ও উত্তরবঙ্গ-বিশ্ববিদ্যালয়ের বি. এড্. পাঠ্যক্রমের ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতির পাঠ্যসূচী অনুযায়ী পুস্তকটি রচিত হলেও, পুস্তকটি যাতে যাদবপুর, কল্যাণী, বর্ধমান ও বিশ্বভারতী বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রশিক্ষণার্থীদের প্রয়োজনে আসে, তার চেষ্টা করা হয়েছে।

এই প্রসঙ্গে শ্রদ্ধার সঙ্গে স্মরণ করি হৃদয়লী ট্রেনিং কলেজের বর্তমান অধ্যক্ষ শ্রীযুক্ত মতীন্দ্রকুমার রায় মহাশয়কে। মালদহ মহাবিদ্যালয়ে তিনি ছিলেন একাধারে আমার কর্মজীবনের নিয়ামক এবং ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতির শিক্ষাগুরু। তাঁর প্রদর্শিত পথেই আমার এই পুস্তক রচনার ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা। ইচ্ছা থাকলেও সমস্যাভাবে এই গ্রন্থের পাণ্ডুলিপি তাঁকে দিয়ে সংশোধন করিয়ে নেওয়া সম্ভব হ’ল না বলে আমি দুঃখিত।

মাধ্যমিক বিদ্যালয় এবং শিক্ষা-প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ে ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষণের ক্ষেত্রে পুস্তকটি উপযুক্ত ভূমিকা পালনে সমর্থ হ’লে আমার ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা সার্থক হয়েছে বলে মনে করব।

গভর্নমেন্ট টিচার্স ট্রেনিং কলেজ,

মালদহ।

স্বাধীনতা দিবস, ১৯৭৮

কমলকৃষ্ণ দে



## দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা

দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা লিখতে গিয়ে অত্যন্ত আনন্দের সাথে জানাচ্ছি, পুস্তকটির প্রথম সংস্করণ প্রকাশনের অল্প সময়ের মধ্যে অধ্যাপক এবং প্রশিক্ষণার্থীদের নিউ ভেভাবে সমাদর পেয়েছে তা আমার মত নবীন লেখকের পক্ষে সত্যিই উৎসাহ-ব্যাঞ্জক ও সৌভাগ্যের ব্যাপার। পুস্তকটি যাতে আরও ভালভাবে সকলের নিকট গ্রহণযোগ্য হয় তার জন্য সম্পূর্ণ পরিমার্জিত ও পরিবর্ধিতরূপে দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশ করা হ'ল।

এই সংস্করণে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য, পাঠ্যক্রম, উপস্থিত মত তৈরির যন্ত্রপাতি, ভৌত বিজ্ঞানে শিক্ষা সাধারণ প্রদর্শন, বিজ্ঞান শিক্ষক, ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়ন, মহাবিদ্যালয়ের প্রশাসনিক তালিকা প্রভৃতি অধ্যায়গুলি সম্পূর্ণ নতুনভাবে লেখা হয়েছে। পাঠটীকার কয়েকটি নতুন পাঠটীকা সংস্কার করা হয়েছে এবং পরিশিষ্টে "একটি পরিবর্তন" সম্পর্কে বিস্তৃত আলোচনা করা হয়েছে। তেমনি বিজ্ঞানের ইতিহাস, সংশ্লিষ্ট ও বিশ্লিষ্ট পদ্ধতি বাদ দেওয়া হয়েছে। অধ্যায়গুলির পুনর্বিন্যাস করা হয়েছে। তাহাড়াও অন্যান্যস্থানে গুরুত্ব প্রদান, বিষয়গত ত্রুটি এবং ভাষাগত ত্রুটিগুলি সংশোধন করে আলোচনাগুলি আরও স্পষ্ট করে তোলাবার চেষ্টা করা হয়েছে।

বইটির উৎসাহ সাধনে যাদের নিকট থেকে মূল্যবান পরামর্শ ও সহযোগিতা পেয়েছি তাঁদের কৃতজ্ঞতা প্রকাশ করি। এদের মধ্যে আছেন—আমার শিক্ষক মানসিংগী শ্রীমত মতন্দ্রকুমার রায় মহাশয়, অধ্যাপক, গভঃ ট্রেনিং কলেজ, হুগলী; প্রমথদেব বন্দ্যোপাধ্যায় ডঃ দিলীপকুমার চক্রবর্তী, অধ্যাপক, ডেভিড হেয়ার ট্রেনিং কলেজ, কলিকতা; শ্রী শিবপ্রসাদ চক্রবর্তী, অধ্যাপক, শিক্ষক-প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয় আনন্দুর, হুগলী; শ্রীমতাব্রত চৌধুরী, অধ্যাপক, পি. জি. বি. টি. বাণীপুর; মালদহ শিক্ষক-প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ের ১৯৭৪—৮১ এবং হুগলী ট্রেনিং কলেজের ৮০—৮২ শিক্ষার্থীদের প্রশিক্ষণার্থীদের।

প্রকাশনের সমস্ত ব্যয়ভার বহন করে "সোনা বুক এজেন্সী"র পক্ষে শ্রীহরমেন্দ্রনাথ চক্রবর্তী মহাশয় আমাকে কৃতজ্ঞতা পাশে আবদ্ধ করেছেন।

অনিচ্ছাকৃত কয়েকটি সাক্ষ্য কারণে বইটির দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশে যথেষ্ট বিলম্ব ঘটে গেল। রচিত সংস্করণের সমস্ত রকম আন্তরিক প্রচেষ্টা সত্ত্বেও দ্বিতীয় সংস্করণ সম্পর্কে ত্রুটি মুক্ত রাখতে বলা মনে করতে পারছি না। পাঠক-পাঠিকারা সমর্থন করুন। এসব ব্যাপারে তাই তাদের কাছে আর ক্ষমা চাইব না।

বইটি আগের মত বা তার চাইতে বেশী উপকার সাধন করতে পারলে কৃতার্থ বোধ করব। বইটির উৎসাহ বৃদ্ধির জন্য সকলের উপদেশ ও সহযোগিতা একান্তভাবে প্রয়োজনীয়।

॥ প্রথম অধ্যায় ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষার অতীত ও বর্তমান

১—২৫

[ বিজ্ঞানের সংজ্ঞা, ভৌত বিজ্ঞান ও উহার বর্গ  
পরিধি, ভৌত বিজ্ঞানে সমন্বয়ন, বিজ্ঞান শিক্ষার  
অতীত ও বর্তমান—পাশ্চাত্য দেশে বিজ্ঞান-  
শিক্ষাব্যবস্থা প্রাচ্য দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা,  
ভারতে, বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাস, বর্তমান ভারতে  
বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা, পশ্চিম বাংলায় বিজ্ঞান-  
শিক্ষার ইতিহাস, পশ্চিম বাংলায় বর্তমান  
মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাস ভারত তথা  
পশ্চিমবাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার ত্রুটি, ভারত  
তথা পশ্চিমবাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে  
কয়েকটি প্রস্তাব । ]

॥ দ্বিতীয় অধ্যায় ॥

বিদ্যালয় পাঠ্যক্রমে বিজ্ঞানের স্থান

২৬—৪৪

[ আধুনিক জীবনে বিজ্ঞান শিক্ষণের মূল্য,  
বিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য, ভৌত বিজ্ঞান  
শিক্ষার উদ্দেশ্য । ]

॥ তৃতীয় অধ্যায় ॥

ভৌত বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম

৪৫—৫৭

[ শিক্ষার উদ্দেশ্য ও পাঠ্যক্রম, বিষয়বস্তু বিন্যাসের  
নীতি, পঃ বঃ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ প্রবর্তিত বর্তমান  
ভৌত বিজ্ঞান-পাঠ্যসূচীর সমালোচনার রূপরেখা । ]

॥ চতুর্থ অধ্যায় ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষণ পদ্ধতি

৫৮—১৪৫

[ বিজ্ঞান-শিক্ষার নীতি, বিজ্ঞান-শিক্ষার রীতি,  
বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি—( আরোহ ও অবরোহ,  
বক্তৃতা, প্রতিপাদক, আবিস্কার, পরীক্ষাগার,  
অর্পিত দায়িত্বমূলক, কাষ' সমস্যা, সমস্যা-  
সমাধান, প্রোগ্রাম-ভিত্তিক শিক্ষণ, আলোচনা ;  
অন্যান্য পদ্ধতি—একক বা টপিক ঐতিহাসিক  
সমকেন্দ্রিক, জীবনীমূলক ), পদ্ধতি নির্বাচন । ]

॥ পঞ্চম অধ্যায় ॥

বিজ্ঞানের পরীক্ষাগার

১৪৬—১৬৫

[ পরীক্ষাগার ও পরীক্ষাগারের উপকরণ,  
পরীক্ষাগার সংগঠনের নীতি, যন্ত্রপাতির  
সংরক্ষণ, ব্যবহারিক কাজের বই এবং পরীক্ষাগারের  
ম্যানুয়্যাল, শিক্ষার্থীর পরীক্ষাগারের নোট-  
বুক । ]



॥ ষষ্ঠ অধ্যায় ॥

উপস্থিত মত তৈরী যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা উপকরণ  
[ কর্মশিক্ষা ও উপস্থিত মত তৈরী যন্ত্রপাতি,  
যন্ত্রপাতি নির্মাণের সরঞ্জাম, উদাহরণ । ]

১৬৬—১৭০

॥ সপ্তম অধ্যায় ॥

ভৌত বিজ্ঞানে শিক্ষা-সহায়ক প্রদীপন

১৭১—২০৭

[ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ, দৃষ্টি ও শ্রুতি নির্ভর  
শিক্ষা উপকরণ, শ্রেণীবিভাগ—দৃষ্টি নির্ভর  
উপকরণ ( যন্ত্রপাতি, পাঠ্য পুস্তক, চার্ট, মডেল,  
নকশা, ছবি, ফিল্ম স্ট্রিপ ও স্লাইড, প্রজেক্টর,  
ওভারহেড প্রজেক্টর, এপিডায়ামস্কোপ, ব্র্যাকবোর্ড ;  
প্রতিনির্ভর উপকরণ ( রেডিও, রেকর্ডিং এবং প্লে  
ব্যাক ) ; দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণ ( চলচ্চিত্র  
ও টি. ভি. ) ; শিক্ষাগত প্রযুক্তি বিদ্যা । ]

॥ অষ্টম অধ্যায় ॥

ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী

১—২১

[ বিভিন্ন সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী—যাদুঘর,  
বুলেটিন বোর্ড, শিক্ষামূলক ভ্রমণ, বিজ্ঞান  
সমিতি, বিজ্ঞান মেলা, বিশেষ খেলা, ধার্মা প্রতি-  
যোগিতা, বিতর্ক সভা, বিজ্ঞান পত্রিকা, বিজ্ঞান  
পাঠাগার । ]

॥ নবম অধ্যায় ॥

বিজ্ঞান শিক্ষক

২২—৩১

[ বিজ্ঞান শিক্ষকের বৈশিষ্ট্য, বিজ্ঞান শিক্ষকের  
বর্তমান অবস্থা ও তাঁর বৃত্তিগত মনোময়নের  
প্রচেষ্টা, মাধ্যমিক বিজ্ঞান শিক্ষাদানে শিক্ষকের  
অসুবিধা, বিজ্ঞান শিক্ষক সমিতি । ]

॥ দশম অধ্যায় ॥

ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়ন

৩২—৫১

[ বিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়নের স্থান, ভৌত বিজ্ঞান  
শিক্ষায় মূল্যায়ন পদ্ধতি, মূল্যায়নের  
প্রয়োজনীয়তা, মূল্যায়নের বিবিধ উপায় । ]

॥ একাদশ অধ্যায় ॥

হারবার্টের পঞ্চ সোপন ও পাঠটীকা

৬০—১০৬

[ বিভিন্ন শ্রেণীর উপযোগী মোট ১৮টি  
বিভিন্ন ধরনের পাঠটীকা । ]

॥ পরিশিষ্ট ॥

[ ১। প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা, ২। ভৌত বিজ্ঞানে  
অনুবন্ধ, ৩। একক পরিকল্পনা ৪। প্রশ্নাবলী  
ও উত্তর সংকেত । ৫। গ্রন্থ খণ্ড স্বীকার ]

১৩৭—১৪৭



## ১। বিজ্ঞানের সংজ্ঞা (What Science is.)

ধর্ম, কলা ও দর্শনের মত বিজ্ঞানও মানুষের বৃহত্তর মানসিক প্রক্রিয়ার প্রকাশ। মানুষের চিন্তাভাবনা ও অনুভূতির বিবর্তনের মধ্য দিয়ে বিজ্ঞানের অবিরত রূপান্তর চলছে। বিজ্ঞান অখণ্ড জ্ঞানের অংশ বিশেষ হলেও এই জ্ঞানের ভূমিকা অত্যন্ত ব্যাপক ও অভিনব। মৌলিক কণা থেকে শূন্য করে অনন্ত বিস্তৃত জগৎ, সূক্ষ্মাতি-সূক্ষ্ম ভাইরাস থেকে শূন্য করে জটিল মানবদেহ—সবই বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত।

বিজ্ঞানের সংজ্ঞা নির্ধারণের জন্য যতজন চেষ্টা করেছেন, বিজ্ঞানের সংজ্ঞা হয়ত ততগুলিই। প্রত্যেকেই তাঁর নিজস্ব দৃষ্টিভঙ্গী দিয়ে বিজ্ঞানকে বিশ্লেষণ করবার চেষ্টা করেছেন। আমরা বিজ্ঞানের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা নীচে আলোচনা করে বিজ্ঞানের স্বরূপ নির্ণয়ের চেষ্টা করব।

Webster (3rd New International Dictionary of English Language Unabridged)-এর মতে ব্যাপক অর্থে বিজ্ঞানের সংজ্ঞা হল: “A branch or department of systematised knowledge that is or can be made a specific object of study”. বিশেষ এবং আরও নির্দিষ্ট অর্থে সংজ্ঞা হল: “A branch of study that is concerned with observation and classification of facts specially with quantitative formulation of verifiable general laws chiefly by induction and hypothesis.”

প্রায় অনুরূপ সংজ্ঞা দেখা যায় চলন্তিকায় “বিজ্ঞান—বিশেষ জ্ঞান। পরীক্ষা, প্রমাণ, বুদ্ধি ইত্যাদির দ্বারা নির্ণীত শৃঙ্খলিত জ্ঞান, পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জ্যোতিষ, গণিত, জীববিদ্যা, মনোবিদ্যা ইত্যাদি”।

W. L. Summer-এর মতে—“Science is a legacy from the past and a gift to the present” অর্থাৎ বিজ্ঞান অতীত অভিজ্ঞতার উত্তরাধিকার এবং বর্তমানের নিকট যৌক্তিকস্বরূপ”।

D. S. Kothari বলেন—“Science is a collective activity of mankind...” অর্থাৎ “বিজ্ঞান হল মানুষের সম্মিলিত প্রচেষ্টা”।

কিন্তু Warren Weaver বিজ্ঞানের সংজ্ঞা দিতে গিয়ে মানুষের দৃঃসাহসিক অভিযানের উদ্যম, শিল্পী মন ও জাগতিক সৌন্দর্যের প্রসঙ্গ এনেছেন। তাঁর মতে—“Science is an adventure of the human spirit. It is an essentially artistic enterprise stimulated largely by curiosity, served largely by disciplined imaginations and based largely on faith in the reasonableness, order and beauty of the universe of which man is a part.”

বিশিষ্ট বিজ্ঞান-শিক্ষাবিদ A. Verstraeten বিজ্ঞানকে দেখেছেন সামাজিক ভাষায়:—১ (j)

দৃষ্টিভঙ্গীতে এবং সামাজিক আশা-আকাঙ্ক্ষার ভিত্তিতে। তাঁর মতে—“*Science is a social effort to understand, control and fashion nature in accordance with developing needs and desires*”.

কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষাবিদ M. F. Vessel বললেন—বিজ্ঞানের দৃষ্টি দিক্ আছে। প্রথমটি প্রচেষ্টামূলক বা পদ্ধতিগত দিক্ এবং দ্বিতীয়টি জ্ঞানগত দিক্। তাঁর মতে পদ্ধতি হিসেবে “*Science is an intellectual search involving enquiry, rational thought and generation*”; জ্ঞান হিসাবে “...(*Science*) represent(s) the descriptive knowledge of our universe—the store house of facts and principles”.

বিজ্ঞানের সংজ্ঞাগুলি অনুধাবন করলে দেখা যায় বিজ্ঞানের জ্ঞান দুই ধরনের। হারভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের অবৈতনিক সভাপতি J. B. Conat-এর মতে দৃষ্টি জ্ঞান হল—(১) স্থিতিশীল ও (২) গতিশীল। বিজ্ঞানের স্থিতিশীল জ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত হল প্রাতিষ্ঠিত সত্য, আবিস্কৃত সূত্র, তত্ত্ব ইত্যাদি। গতিশীল জ্ঞান হল পুরাতন সত্যের সংস্কার এবং নতুনতর সত্য অন্বেষণের নিরন্তর প্রচেষ্টা।

Science Manpower Project বিজ্ঞানের বৈশ্বত সত্তাকে অত্যন্ত সুন্দর-ভাবে চিত্রিত করেছেন—“*Science is a cumulative and endless series of emperical observations which result in the formulation of concepts and theories, with both concepts and theories being subject to modification in the light of further emperical observations. Science is both a body of knowledge and the process of acquiring and refining knowledge.*” এই বক্তব্য থেকে একটি কথা জানা গেল, যখন কোন প্রতিষ্ঠিত নীতি বা তত্ত্বের সঙ্গে নতুন কোন পর্যবেক্ষণের বিরোধ ঘটে, তখন গড়ে ওঠে নতুন সত্য। এইভাবে এসেছিল ক্যালরিক তত্ত্বের পরিবর্তে তাপের গতিতত্ত্ব, আলোর কণাতত্ত্বের পরিবর্তে কোয়ান্টাম তত্ত্ব। তাই বিজ্ঞান কোন সীমাবদ্ধ জ্ঞান নয়, বিজ্ঞান হল ক্রমবর্ধমান পরিবর্তনশীল জ্ঞান। বিজ্ঞানের গতিশীল জ্ঞানের উপর আজকাল অধিক গুরুত্ব দেওয়া হচ্ছে। কারণ “*Science has thus become constantly more nearly equated with research and has come to connote a process and not a static body of doctrine*”—Enclopaedia Britanica, Vol. 20, : 1965.

॥ আলোচনা ॥ বিজ্ঞান হল সত্যের অনুসন্ধানসা। যুক্তিবাদী মানদ্বয়ের সার্বজনীন স্বীকৃতি পেলে কোন সত্য যথার্থ বিজ্ঞানের স্তরে উন্নীত হয়।

অনেক সময় নতুন জ্ঞানের বা সিদ্ধান্তের সঙ্গে আমাদের ধর্মীয় বা প্রথাগত সংস্কারের বিরোধ ঘটে। হয়ত মানদ্বয়ের যা সহজ উপলব্ধি, বিজ্ঞানের আবিস্কার তারই বিপরীত। একদিন দেখা গিয়েছে, আলোকজৈবদ্রব্য বৈজ্ঞানিক এবং কপারনিকাস

ও গ্যালিলিওর সৌরকেন্দ্রিক জগতের ধারণার সঙ্গে বাইবেলীয় ভূকেন্দ্রিক জগতের ধারণার বিরোধ ঘটেছিল। এসব ক্ষেত্রে অবশ্য শেষ পর্যন্ত বিজ্ঞান জয়লাভ করেছে।

আমাদের স্থূল ইন্দ্রিয়বোধ অনেক সময় যথার্থ জ্ঞানলাভে সাহায্য করে না—স্থূল চোখে চন্দ্রের এবং সূর্যের ব্যাস একইরকম এবং তারা একই স্থানে আছে বলে মনে হয়। যান্ত্রিক কৌশলে ইন্দ্রিয়গত ক্ষমতার বৃদ্ধি ঘটাবার চেষ্টা হয়েছে যদুগে যদুগে। একদিকে প্রাকৃতিক ঘটনাকে পর্যবেক্ষণযোগ্য করে তোলবার জন্য ঘটনাগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে; অন্যদিকে ঘটনাকে যথাযথ অনুধাবন করবার জন্য যান্ত্রিক কৌশল ব্যবহার করা হয়েছে; ঘটনার অন্তর্লীন সত্যকে উন্মোচন করবার জন্য গাণিতিক কৌশল ব্যবহার করা হয়েছে; সর্বোপরি নৈর্ব্যক্তিক সিদ্ধান্তে আসবার জন্য বিজ্ঞানের অনেক ঘটনাকে সর্বজনীন স্কেলে প্রকাশ করা হয়েছে।

বিজ্ঞানের উদ্দেশ্য কোন চরম সত্যে উপনীত হওয়া। সেটা সম্ভব না হলেও, বিজ্ঞানের জয়যাত্রা চলছে সত্য থেকে অধিকতর এবং নতুনতর সত্যের দিকে। কোন যদুগে মানুষ বিজ্ঞানের যে সত্য অনুসন্ধান করে, তার ভিত্তি হল যদুগের বৈজ্ঞানিক চিন্তাধারা, যদুগের বৈজ্ঞানিক প্রস্তুতি। নিউটনের যদুগের আলোর কণাতত্ত্ব আজ ভুল বলা হয়, কিন্তু সে যদুগে কণাতত্ত্ব ছিল এক অভিনব আবিষ্কার। আজকের যদুগের কোয়ান্টাম তত্ত্ব সেই ধারণার সম্প্রসারণ ছাড়া আর কিছুর নয়। এইভাবে এক সত্যের ভিত্তিতে হাজার হাজার নতুনতর সত্য গড়ে ওঠে। এর শেষ নেই।

বিজ্ঞানের চরম সত্য বা উপলব্ধি কি? এর উত্তর দিতে গিয়ে কেনসিংটন মিউজিয়ামের প্রাক্তন আধিকারিক অধ্যাপক F. Sherwood Taylor অধিবিদ্যা বা Metaphysics-এর অবতারণা করেছেন।<sup>১</sup> তিনি বলছেন যে বিজ্ঞানের অনুশীলনে মানুষ প্রথমে ইন্দ্রিয়-অনুভূতি ও অন্তর্দৃষ্টির সাহায্যে প্রকৃতি সম্পর্কে স্থূল, বিচ্ছিন্ন বাহ্যিক ধারণা গড়ে তোলে। পরবর্তী স্তরে মানুষ বিশ্বপ্রকৃতির মধ্যে ঐক্য এবং ছন্দ উন্মোচন করে। শেষ পর্যায়ে মানুষ দর্শনের সাহায্যে উপলব্ধি করে—এই বিশ্বজগৎ হল ঈশ্বরমুখী এক অখণ্ড সত্তা।

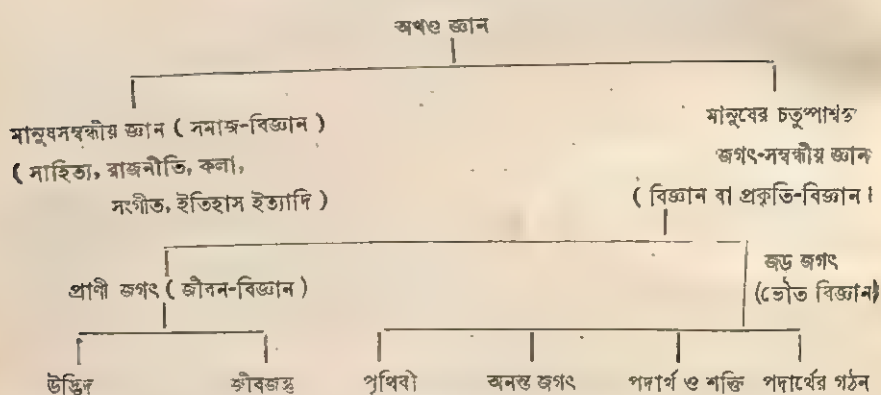
## ১/২ ভৌত বিজ্ঞান ও উহার কর্মপরিধি

(Physical Science and its Scope)

ভৌতবিজ্ঞান; বিজ্ঞানের একটি শাখা। আবার বিজ্ঞান হল অখণ্ড জ্ঞানের অংশ বিশেষ। জ্ঞান অর্জনের পটভূমি, পদ্ধতি ও বৈশিষ্ট্য অনুসারে বিজ্ঞান, জ্ঞানের অন্যান্য অংশ থেকে পৃথক—নিম্নের শাখা চিত্র থেকেই তা বোঝা যাবে।

১. The Fourfold Vision—F. Sherwood Taylor, P. 100.





জ্ঞানের যে অংশে মানুষ ও তার সমাজ-সম্বন্ধীয় আলোচনা হয় তাকে বলে সমাজ-বিজ্ঞান (Social Science)। এর অন্তর্গত হল—অর্থনীতি, রাজনীতি, সমাজবিদ্যা, ইতিহাস ইত্যাদি।

মানুষের চতুর্পাশ্বত্ব জগৎ নিয়ে জ্ঞানের যে শাখা গড়ে উঠেছে, তাকে বলে বিজ্ঞান বা প্রকৃতি-বিজ্ঞান (Natural Science)—বিজ্ঞানের যে অংশে প্রাণী বা জীব জগৎ নিয়ে আলোচনা হয় তাকে বলে জীবন-বিজ্ঞান (Biology)। জীবন-বিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয়কে প্রধানতঃ দু'ভাগে ভাগ করা যায়।

১১ উদ্ভিদ বিজ্ঞান (Botany)—এই শাখায় উদ্ভিদের দৈহিক গঠন, পুষ্টি ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা হয়।

১২ প্রাণী বিজ্ঞান (Zoology)—এই শাখায় বিভিন্ন প্রাণীর দেহের গঠন, পুষ্টি প্রভৃতি আলোচনা হয়।

বিজ্ঞানের যে অংশে জড় জগৎ এবং প্রাকৃতিক ঘটনা নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে বলে ভৌত বিজ্ঞান বা জড় বিজ্ঞান (Physical Science)। ভৌত বিজ্ঞানের শাখা প্রধানতঃ চারটি—

১১ পদার্থবিদ্যা (Physics)—পদার্থ ও শক্তির পারস্পরিক সম্পর্ক, উহাদের পরিমাপ ও ধর্ম সম্পর্কে পরিমাণগত তথ্যের ভিত্তিতে আলোচনা পদার্থবিদ্যার বিষয়বস্তু। পূর্বে পদার্থবিদ্যাকে বলা হত প্রাকৃতিক দর্শন (Natural Philosophy)। পদার্থ বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত হল—সাধারণ পদার্থ বিজ্ঞান, তাপবিদ্যা, আলোকবিদ্যা, শব্দবিদ্যা, তড়িৎবিদ্যা, চৌম্বকত্ব, পরমাণু বিজ্ঞান।

১২ রসায়ন (Chemistry)—বস্তুর ধর্ম, উপাদান, বস্তুর উপাদানগত পরিবর্তন এবং পরিবর্তনের নিয়ম নিয়ে রসায়ন আলোচনা করে। সুতরাং বিভিন্ন মৌলিক পদার্থ এবং বিভিন্ন উপায়ে তাদের সংযুক্তির নিয়মসমূহের আলোচনা রসায়নের অন্তর্গত। রসায়নের প্রধান ভাগ তিনটি—ভৌত রসায়ন, অজৈব রসায়ন ও জৈব রসায়ন।

॥ ৩ ॥ ভূতত্ত্ব (Geology)—পৃথিবীর বহিরাবরণ এবং অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তর সম্পর্কিত আলোচনা করে ভূতত্ত্ব।

॥ ৪ ॥ জ্যোতির্বিজ্ঞান (Astronomy)—গ্রহ এবং নক্ষত্র জগৎ সম্পর্কিত আলোচনা করে জ্যোতির্বিজ্ঞান।

মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞান—পূর্বে মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে সাধারণ বিজ্ঞান পড়ান হত। এই বিজ্ঞান মূলতঃ প্রকৃতি বিজ্ঞান। এর বিষয়বস্তু হল জড় জগৎ ও জীব জগৎ। সে জন্য সাধারণ বিজ্ঞানের আলোচনার ক্ষেত্র ভৌত বিজ্ঞান থেকে বেশী। সাধারণ বিজ্ঞানের উদ্দেশ্য হল শিক্ষার্থীকে দৈনন্দিন জীবনের উপযোগী ন্যূনতম কিছু অভিজ্ঞতা দান করা। তাই সাধারণ বিজ্ঞানের আলোচনার ধারাবাহিকতা নেই। আলোচনাগুলি সংক্ষিপ্ত এবং অস্পষ্ট।

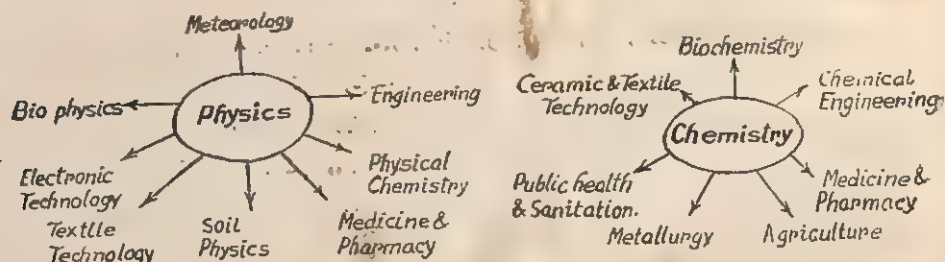
সমাজ জীবনে জটিলতা ও সমস্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিজ্ঞানের প্রয়োজনীয়তা বৃদ্ধি পেয়েছে। তাছাড়া বিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে বিভিন্ন আচরণগত পরিবর্তন ঘটাবার প্রয়োজন অনুভূত হয়। এই বর্ধিত প্রয়োজন সাধারণ বিজ্ঞানের পক্ষে মেটান সম্ভব নয় বলে বর্তমান মাধ্যমিক পাঠ্যক্রমে বিজ্ঞানকে দু'ভাগে ভাগ করে ভৌত বিজ্ঞান ও জীবন বিজ্ঞান নামক দু'টি বিষয়কে স্বতন্ত্র এবং আবশ্যিক পাঠ্য হিসাবে শিক্ষাদানের ব্যবস্থা করা হয়েছে। দু'টি বিষয়েই সমান গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে এবং মোট নম্বরের মধ্যে প্রত্যেকটির জন্য পূর্ণমান রাখা হয়েছে ১০০ করে।

শিক্ষার্থীর সামাজিক এবং ভবিষ্যৎ চাহিদার কথা মনে রেখে ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু নির্বাচন করা হয়েছে। আলোচনাগুলিতে প্রয়োজন মত ব্যাপকতা, গভীরতা ও ধারাবাহিকতা বজায় রাখার চেষ্টা হয়েছে। আলোচনাগুলিকে একদিকে সহজ, সরল ও স্পষ্ট করবার চেষ্টা করা হয়েছে, অন্যদিকে বিজ্ঞানের ইতিহাস, বৈজ্ঞানিকের জীবনী ও বিভিন্ন দৃষ্টান্ত উল্লেখ করে ভৌত বিজ্ঞানকে আকর্ষণীয় করে তোলার চেষ্টা হয়েছে।

মাধ্যমিক পাঠ্যক্রমের ভৌত বিজ্ঞানে ভূতত্ত্ব স্থান পায়নি। আবশ্যিক ভূগোলে ভূতত্ত্ব শিক্ষাদেবার ব্যবস্থা করা হয়েছে। জ্যোতির্বিজ্ঞান কেবলমাত্র সপ্তম শ্রেণীর ভৌত বিজ্ঞানে স্থান পেয়েছে। সুতরাং বর্তমান ভৌত বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত প্রধান বিষয় হল—(১) পদার্থ বিজ্ঞান ও (২) রসায়ন। ভৌত বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রমে অণু ও ব্যবহারিক কাজের বোঝা কমান হয়েছে। পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়ন বিজ্ঞানের দু'টি পৃথক শাখা হলেও ভৌত বিজ্ঞানের বিভিন্ন আলোচনার বিষয় দু'টির পার্থক্য কমিয়ে আনার চেষ্টা করা হয়েছে।

মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞান দ্বারা শিক্ষার্থীকে বিশেষজ্ঞ তৈরীর চেষ্টা করা হয়নি অথবা ব্যাপক ও অস্পষ্ট আলোচনার দ্বারা শিক্ষার্থীকে ভারাক্রান্ত করার চেষ্টা হয়নি। শিক্ষার্থী যাতে জটিল সমাজ জীবন ও পরিবেশের সাথে সঙ্গতি বিধানের জন্য জড় জগৎ ও প্রাকৃতিক শক্তি সম্পর্কে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় নৈতিক জ্ঞান লাভ করে, বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহী হয় এবং ভবিষ্যতে বিজ্ঞানে উচ্চতর পড়াশুনা করতে হলে উপযুক্ত প্রস্তুতি নিতে পারে তারই চেষ্টা এখানে হয়েছে। ভৌত বিজ্ঞান পাঠের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থী পদার্থ

বিজ্ঞান ও রসায়ন বিজ্ঞানে যেসব বৃত্তি বা উচ্চতর পাঠের সুযোগ পেতে পারে সে গুলি নিম্নের চিত্রের \* সাহায্যে দেখান হল।



### ১/৩ ভৌত বিজ্ঞানে সমন্বয়ন : (Integration in Physical Science) :

বিজ্ঞান শিক্ষার দ্বারা উচ্চমানের বৈজ্ঞানিক নিশ্চয় তৈরী করা দরকার। কিন্তু সেই সঙ্গে দরকার সাধারণ মানুষ যাতে জানতে পারে বিজ্ঞান কি? বিজ্ঞানের কতকগুলি তথ্য বা নীতি শিক্ষার্থীদের শেখানই বড় কথা নয়, বড় কথা হল বিজ্ঞান সম্পর্কে সচেতনতা সৃষ্টি করা। বিজ্ঞান বিভিন্ন জ্ঞানের মধ্যে একত্র-বিধান করে। শিক্ষার্থীকে সেই একত্র সম্পর্কে ধারণা দিতে হলে রসায়ন, ভূবিদ্যা ও পদার্থবিদ্যা স্বতন্ত্রভাবে শিক্ষা না দিয়ে ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়াই অধিক যুক্তিযুক্ত। ভৌত বিজ্ঞানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর চারপাশের জড় জগৎ ও প্রাকৃতিক শক্তি সম্পর্কে এক অখণ্ড ধারণার সৃষ্টি হতে পারে। এই ধারণা শিক্ষার্থীর দৈনন্দিন জীবনে যেমন প্রয়োজন তেমন উচ্চতর বিজ্ঞান অনুশীলনের ক্ষেত্রেও প্রয়োজনীয়। কিন্তু মাধ্যমিক স্তরে রসায়ন, পদার্থবিদ্যা পৃথক পৃথকভাবে শিক্ষা দিয়ে শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানের জ্ঞান বিশেষীকৃত করবার চেষ্টা করলে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানকে কতকগুলি বিচ্ছিন্ন বিষয়ের সমষ্টি হিসাবে ভাবতে শুরুর করবে। এর জন্য শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ হারাতে পারে।

আমাদের চারপাশের জড় জগতে অনেক সমস্যা আছে যার সমাধান শুধুমাত্র পদার্থ বিজ্ঞান বা রসায়ন বিজ্ঞানের দ্বারা করা সম্ভব নয়। সেখানে দরকার হয় বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ধারণার একত্রীকরণ। ভৌত বিজ্ঞান পাঠে জ্ঞানের একত্রীকরণ অনেকখানি সম্ভব হয়েছে। ভৌত বিজ্ঞান পাঠে শিক্ষার্থী উপলব্ধি করবে যে পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়ন পৃথক বিষয় হলেও উভয়ের মধ্যে যথেষ্ট মিল আছে। দৈনন্দিন জীবনের বিভিন্ন সমস্যা সমাধানে বিষয় দুটির জ্ঞান পরস্পরের পরিপূরক হিসাবে কাজে লাগে।

ভৌত বিজ্ঞানের পাঠক্রমে পরিমাপ পদ্ধতি, জড় ও শক্তি, অবস্থান্তর, পারমাণবিক গঠন ও গ্যাসের ধর্মাবলীর আলোচনায় পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়নের মিলন ঘটান হয়েছে।



## ১/৪ বিজ্ঞান-শিক্ষার অতীত ও বর্তমান

### ভূমিকা

বিজ্ঞানের ইতিহাস অনেক পুরাতন হলেও বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাস কিন্তু ততটা পুরাতন নয়। আলেকজেন্দ্রীয় যুগে বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রচলন ছিল বলে জানা যায়। তবে সে শিক্ষা ছিল ব্যক্তিকেন্দ্রিক এবং অনিয়মিত। তারপর রাজনৈতিক এবং ধর্মীয় পটপরিবর্তনে দীর্ঘকালের মত বিজ্ঞান-শিক্ষা বন্ধ হয়ে যায় পৃথিবীর সর্বত্র। পুনরায় বিজ্ঞান-শিক্ষা শুরুর হয় পাশ্চাত্য দেশগুলিতে। এই সময় ভারত ছিল পরাধীন এবং তার শিক্ষাব্যবস্থা ছিল অত্যন্ত শোচনীয়। পরবর্তিকালে পরাধীন ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা ইংল্যান্ডের অনুকরণে ধীরে ধীরে গড়ে উঠেছিল। স্বাধীনতার পরে আমাদের বিজ্ঞান-শিক্ষায় বিভিন্ন প্রগতিশীল দেশের বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার প্রভাব পড়ে। আমাদের দেশের বিজ্ঞান-শিক্ষার আলোচনার পূর্বে সেজন্য বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনার প্রয়োজন রয়েছে।

### ১৪।১ পাশ্চাত্য দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা

#### ৥ ইংল্যান্ড ৥

বিভিন্ন দেশের বিদ্যালয় পাঠ্যক্রমে আজ বিজ্ঞান অবশ্য পাঠ্য হলেও, একদিন পাঠ্যক্রমে বিজ্ঞানকে স্থান দিতে অনেক অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয়েছে। তৎকালীন প্রগতিশীল দেশ হিসাবে ইংল্যান্ডেই প্রথম বিজ্ঞানকে পাঠ্যক্রমে স্থান দেবার জন্য আন্দোলন গড়ে ওঠে। অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষদিকে ইংল্যান্ডে জেমস্ ওয়াট, ক্যাভেন্ডিশ, প্রিস্টলি, হাম্প্রে ডেভী প্রমুখ বৈজ্ঞানিকগণ বিভিন্ন সোসাইটির মাধ্যমে এবং ব্যক্তিগত প্রচেষ্টায় বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করে তুলতে চেষ্টা করেছেন। ঊনবিংশ শতাব্দীর প্রথমদিকে ইংল্যান্ডে কারিগরী বিদ্যালয় স্থাপন করা হয়। ১৮৩৭ সালে রাগবি পাবলিক স্কুলে রসায়ন, উদ্ভিদবিদ্যা, ভূ-তত্ত্ব পড়ান শুরুর হয়। কিন্তু বিদ্যালয়ে ব্যাপকভাবে বিজ্ঞানের স্থান পাবার পক্ষে ছিল বিস্তর বাধা। হাম্বলি, টিনডাল, হারবার্ট স্পেনসার প্রভৃতি পাবার পক্ষে ছিল বিস্তর বাধা। হাম্বলি, টিনডাল, হারবার্ট স্পেনসার প্রভৃতি বৈজ্ঞানিকগণ বিজ্ঞানের উপযোগিতার কথা প্রচার করলেন। এর আগে ১৮৫৪ সালের শিক্ষাবিপ্লবে মানুষ বিজ্ঞানের গুরুত্ব উপলব্ধি করেছিল। শেষ পর্যন্ত ভোভেনশায়ার কমিশনের সুপারিশে ইংল্যান্ডের বিদ্যালয়গুলিতে পদার্থবিদ্যা ও রসায়ন পড়ান শুরুর হয় ১৮৭৫ সালে। তখন বিজ্ঞান-শিক্ষায় বিজ্ঞানের ব্যবহারিক মূল্যের উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছিল। কিন্তু এই ধরনের বিজ্ঞান-শিক্ষায় মানসিক প্রশিক্ষণ, যুক্তি, চিন্তাশক্তি, বিশ্লেষণী ক্ষমতার কোন বিকাশ হল না। তখন H. E. Armstrong বিজ্ঞানের শৃঙ্খলাগত মূল্যের ভিত্তিতে বিজ্ঞান পড়ানোর কথা বললেন। সে হল ১৮৮৯ সালের কথা। প্রথম বিশ্ব-মহাযুদ্ধের পর বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে মানবতাবোধ সৃষ্টির উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে।

বিজ্ঞান-পাঠ্যক্রম এবং তার গুরুত্ব পর্যালোচনার জন্য ১৯১৬ সালে এগিয়ে আসেন Association of Public School Masters। শিক্ষামন্ত্রণালয়ের অনুরোধে এবং

Sir J. J. Thompson-এর নেতৃত্বে ঐ অ্যাসোসিয়েশন “সকলের জন্য বিজ্ঞান” নামে একটি খসড়া পাঠক্রম রচনা করেন। Sir Gregory ১৯২১ সালে ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়েশনের শিক্ষা-বিভাগের সভাপতি হিসাবে বিজ্ঞান-শিক্ষার পুনর্বিবন্যাস করেন। এই পুনর্বিবন্যাসের উদ্দেশ্য ছিল মাধ্যমিক স্তরে বিজ্ঞানকে স্বয়ংসম্পূর্ণ ও জীবনোপযোগী করে তোলা। ১৯৩২ সালে বিজ্ঞান-শিক্ষকসমিতি সাধারণ বিজ্ঞানের একটি পাঠক্রম নির্ধারণ করেন। সেই পাঠক্রম অনুযায়ী অক্সফোর্ড এবং কেমব্রিজে “জেনারেল সার্টিফিকেট অর্ডিনারী লেভেল” পরীক্ষা শুরুর হয়। এরপর স্পেন্সরিপোর্ট (১৯৩৮) এবং নরউড রিপোর্টে (১৯৪৩) বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষা সংক্রান্ত আলোচনা করা হয়। ১৯৪৪ সালের শিক্ষাবিধিতে বিজ্ঞানের উপর অধিক গুরুত্ব আরোপ করবার কথা বলা হয়। ১৯৭৬ সালের শিক্ষা-সংক্রান্ত রিপোর্ট থেকে জানা যায় ইংল্যান্ড এবং ওয়েলসের বিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞানের বিভাগ (Stream) প্রথার উপর গুরুত্ব কমিয়ে আঠার বৎসর বয়স পর্যন্ত শিক্ষাব্যবস্থার সাধারণধর্মী বিজ্ঞানের উপর গুরুত্ব আরোপ করা হচ্ছে। মাধ্যমিক শিক্ষার শিক্ষার্থীরা তাদের সামর্থ্য অনুযায়ী বিজ্ঞানের বিভিন্ন মানের পরীক্ষায় বসতে পারে। এই পরীক্ষাগুলি হল—Certificate Secondary Examination. (C.S.E.) এবং General Certificate Examination (G.C.E.)। C.S.E. পরীক্ষার আবার বিভিন্ন গ্রেড আছে। G.C.E. পরীক্ষার দুটি স্তর আছে—একটি হল Ordinary (‘O’ Level), অপরটি Advanced (‘A’ Level)।

## ৥ আমেরিকা ৥

স্বাধীনতাপ্রাপ্তির পূর্বেই আমেরিকার পার্বিক অ্যাকাডেমিতে মাধ্যমিক মানের শিক্ষা প্রচলিত ছিল। ১৭৫১ সালে ব্যবহারিক শিক্ষাদানের উদ্দেশ্যে বেনজামিন ফ্রাংকলিন ফিলডালফিয়াতে বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রচলন করেন। পদার্থবিদ্যা ছাড়াও ভূবিদ্যা এবং জ্যোতির্বিদ্যা পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত ছিল। ১৮২১ সালের দিকে কলেজী বিজ্ঞানের অনুকরণে বিদ্যালয়ে পাঠদান করবার জন্য মাধ্যমিক বিদ্যালয় গড়ে উঠতে থাকে। এই ধরনের বিদ্যালয় প্রথম স্থাপিত হয় বোস্টনে। পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত ছিল প্রাকৃতিক দর্শন, রসায়ন, উদ্ভিদ ও প্রাণীবিদ্যার প্রাথমিক পাঠ। এই বিদ্যালয়গুলিতে না ছিল কোন পরীক্ষাগারের ব্যবস্থা, না ছিল কোন ধারণা-গঠনের ব্যবস্থা। প্রয়োজনীয় বৈজ্ঞানিক তথ্যের ওপরেই বেশী গুরুত্ব দেওয়া হত। ১৮৭২ সালে হারভার্ড কলেজ, কলেজীয় পাঠের পূর্বপ্রস্তুতি হিসাবে বিজ্ঞানকে মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে পড়বার অনুমতি দেন। স্বাধীনতার পর প্রায় একশ বছর বিজ্ঞান শিক্ষাব্যবস্থা প্রকৃতপক্ষে ইউরোপকে অনুসরণ করেছে। ১৮৮৮—৯০-তে শুরুর হল প্রকৃতি-পাঠের (Nature Study) আন্দোলন। নেতৃত্ব দিলেন W.S. Jackson। এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষা চলেছে ১৯১০ সাল পর্যন্ত। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও অনুরাগ জাগিয়ে তোলা ছিল প্রকৃতি-পাঠের বিশেষ উদ্দেশ্য। প্রথম বিশ্ব-মহাযুদ্ধের পর বিজ্ঞানের পাঠক্রমে ব্যবহারিক

কাজের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। জ্ঞান-বিজ্ঞানের প্রভূত উন্নতির পরিপ্রেক্ষিতে বিভিন্ন শ্রেণীর জন্য পাঠ্যপুস্তক রচনা করা হয়। ১৯২০ থেকে '৩০-এর মধ্যে নিন্ম-মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলিতে আন্দোলনের ফলে নিন্ম-মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলির পাঠ্যসূচীতে বিজ্ঞানকে স্থান দেওয়া হয়। বিভিন্ন রাজ্যে বিজ্ঞানকে পরিবেশ-উপযোগী করে পড়বার জন্য স্বাধীনতা দেওয়া হয়। ১৯৩২ সালে একত্রিত Year Book-এ বিজ্ঞান-শিক্ষার পরিকল্পনা নির্দিষ্ট করা হয়। বিদ্যালয়ের প্রথমদিকে সাধারণ বিজ্ঞান এবং শেষ স্তরে পৃথকভাবে পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন প্রভৃতি পড়বার সুপারিশ করা হয়। দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের পরে গণিতের সঙ্গে বিজ্ঞানকে বিদ্যালয়ের পাঠক্রমে অত্যন্ত গুরুত্ব দেওয়া হয়।

১৯৪৭ সালে ৪৬তম Year Book-এ "Science in American Schools" প্রবন্ধে বিজ্ঞান-শিক্ষার বিভিন্ন উদ্দেশ্য নির্ধারণ করা হয়। তবে দৈনন্দিন জীবনের ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের প্রয়োগ সম্পর্কে বিশেষ গুরুত্ব আরোপ করা হয়নি। ১৯৫৭ সালে রাশিয়া কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ করলে আমেরিকার চিন্তানায়কেরা দেশের বিজ্ঞানচর্চা সম্পর্কে চিন্তিত হয়ে ওঠেন। ১৯৫৯ সালে হারভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের অবৈতনিক সভাপতি জে. বি. কোনাটের "আজকের আমেরিকার উচ্চ বিদ্যালয়" এবং এ. এ. রিকওভারের "শিক্ষা ও স্বাধীনতা" প্রবন্ধগুলি এবং সর্বশেষে ৫৯তম Year Book (১৯৬০)-এ "Rethinking Science Education" প্রবন্ধে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ও শিক্ষাবিদদের সুপারিশ অনুযায়ী বিভিন্ন রাজ্যসরকার ও সংস্থা বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষকের মনোনিবেশের জন্য গ্রীষ্মকালীন শিক্ষার ব্যবস্থা করেন। বিদ্যালয়ের সর্বস্তরের ছাত্রদের জন্য এক বছর এবং শতকরা কুড়িভাগ ছাত্রদের জন্য তিন বছরের বিজ্ঞান-শিক্ষা বাধ্যতামূলক করা হয়। অনেক সময় বিজ্ঞান-শিক্ষকের অভাব পূরণ করা হয়েছে টেলিভিশন এবং কম্পিউটারের সাহায্যে। ন্যাশানাল সায়েন্স ফাউন্ডেশন (N. S. F.)-এর আর্থিক সহযোগিতায় অ্যামেরিকান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি অ্যাডভান্সমেন্ট অব সায়েন্স (A.A.A.S.) বিজ্ঞান-শিক্ষায় নেতৃত্ব দেন।

মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের উচ্চ মেধাসম্পন্ন ছাত্রদের জন্য ১৯৫৮ সালে সায়েন্স অনার্স প্রোগ্রামের ব্যবস্থা হয়েছে। সাধারণতঃ প্রতি সপ্তাহে একদিন ছাত্ররা গবেষণামূলক কাজ করে। এন. এস. এফ. এই ধরনের অন্ততঃ ১২৫টি বিজ্ঞান-শিক্ষাক্রমের ব্যবস্থা করেছেন ৪৪টি রাজ্যে। গ্রীষ্মের ছুটিতে প্রোগ্রামের অধিকাংশ কাজ হয়। এই প্রোগ্রামের শিক্ষার্থীরা গবেষণামূলক প্রবন্ধ লেখে বাইরে বক্তৃতা দিতে যায়। প্রতিযোগিতার ভিত্তিতে ছাত্রদের প্রোগ্রামে ভর্তি করা হয়। এই প্রোগ্রামের অন্তর্ভুক্ত হল ভোত ও সমাজ বিজ্ঞান, গণিত এবং প্রযুক্তিবিদ্যা। এই প্রোগ্রামকে আর্থিক সাহায্য করেন N. S. F. ছাড়াও অন্যান্য প্রতিষ্ঠান যেমন—I.B.M., A.T. & T., Bell Laboratories, Union Carbide ইত্যাদি। প্রোগ্রামের একটি বড় উদ্দেশ্য হল ছাত্রদের গবেষক বৈজ্ঞানিকদের সংস্পর্শে নিয়ে আসা।



## ॥ রাশিয়া ॥

রাশিয়ার বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি বড় বৈশিষ্ট্য হল বিজ্ঞানকে জীবনমুখী এবং উৎপাদনাত্মক করে তোলা। কম মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীরা বিদ্যালয়ে সাত-আট বছর বিজ্ঞান-শিক্ষা লাভ করে বৃত্তিগত প্রশিক্ষণ গ্রহণ করে। কলকারখানায় কাজ করবার সময় শিক্ষা গ্রহণ করা যেতে পারে। তার জন্য রয়েছে সান্থ্য বিদ্যালয়। ভাকযোগে বিজ্ঞান ও অন্যান্য শিক্ষারও ব্যবস্থা আছে। অপেক্ষাকৃত মেধাবী ছাত্রদের জন্য বিদ্যালয়ে শেষ স্তর পর্যন্ত বিজ্ঞান-শিক্ষার সুযোগ আছে। বিদ্যালয়ের নীচের শ্রেণীতে ভৌত বিজ্ঞান পড়ান হয় এবং শেষ স্তরে পদার্থবিজ্ঞান এবং রসায়ন পৃথক পৃথকভাবে পড়ান হয়ে থাকে! বিদ্যালয় বিজ্ঞানে পরীক্ষণ এবং প্রয়োগের ওপর অধিক গুরুত্ব আরোপ করা হয়। বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষাকে অধিক ফলপ্রসূ করবার জন্য শ্রেণীর বাইরেও বিজ্ঞান-চর্চার সুযোগ আছে। সেগুলি হল—

(১) বিদ্যালয় পরিচালিত অতিরিক্ত পাঠ্যক্রমিক সংস্থা : এই সংস্থাগুলিকে সাধারণতঃ চক্র বা Circle বলা হয়। এই চক্রে বিভিন্ন বিষয়ে বিভিন্ন পারদর্শিতা অর্জনের সুযোগ আছে। ছাত্ররা অনেক মূল্যবান প্রজেক্টধর্মী কাজ করে থাকে। একটি বিদ্যালয়ে বিভিন্ন বিষয়ে ২০টি পর্যন্ত চক্র থাকতে পারে। এই চক্রগুলির জন্য পৃথক বই, ম্যাগাজিন, পরীক্ষাগার থাকে এবং অভিজ্ঞ ও পারদর্শী শিক্ষক তাদের দেখাশুনা করেন।

(২) বাহ্যিক বিদ্যালয় সংস্থা : এই সংস্থাকে বলে স্টেশন (Station)। সারা দেশ জুড়ে এই সংস্থাগুলি জীবন-বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি-বিজ্ঞানের চক্রগুলিকে সাহায্য করে থাকে। এই সংস্থার মূলকেন্দ্রে অনেক গবেষণা হয়। শাখা সংস্থাগুলিতে যথেষ্ট-সংখ্যক কুশলী বিজ্ঞানী ও উচ্চমানের গ্রন্থাগার ও গবেষণাগার আছে। স্টেশনগুলি ছাত্রদের বৈজ্ঞানিক অভিযানে, ভ্রমণে ও নমুনা-সংগ্রহে সাহায্য করে থাকে চক্রগুলিকে এবং উচ্চ মেধাসম্পন্ন ছাত্রদের অলিম্পিয়াড (Olympiad) নামক প্রতিযোগিতার মাধ্যমে নির্বাচন করে থাকে। এই প্রতিযোগিতা গুরুত্বপূর্ণ হয় এলাকা ভিত্তিতে এবং শেষ হয় জাতীয় স্তরে।

## ॥ ফ্রান্স ॥

ফরাসী দেশে কলেজ এবং লিসিতে (Lycee) মাধ্যমিক স্তরের বিশুদ্ধ বিজ্ঞান এবং কলেজ টেকনিক (College Technique) নামক প্রতিষ্ঠানে কারিগরী বিজ্ঞান পড়াবার ব্যবস্থা আছে। গ্রামাঞ্চলের জন্য পৃথক বিজ্ঞান পাঠক্রমের ব্যবস্থা আছে।

## ॥ পশ্চিম জার্মানী ॥

পশ্চিম জার্মানীতে দুই ধরনের বিদ্যালয়—রিয়্যাল জিমনাসিয়াম (Real Gymnasium) এবং ওভার রিয়্যাল স্কুলে (Over Real Schule) বিজ্ঞান পড়ান হয়। তবে শেষোক্ত বিদ্যালয়ে বিজ্ঞানের উপর অধিক গুরুত্ব আরোপ করা হয়। বিদ্যালয়-গুলিতে মোট নয় বছরের শিক্ষাব্যবস্থা আছে। তবে তার মধ্যে কতকগুলি বিদ্যালয়

ছয় বৎসরের শিক্ষাব্যবস্থা রয়েছে। নয় বৎসরের শিক্ষা সমাপ্তে উচ্চতর শিক্ষা গ্রহণ করা যেতে পারে এবং ছয় বৎসরের শিক্ষা সমাপ্তে “Apprenticeship Training” নেওয়া যেতে পারে। জার্মানীতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় ব্যক্তিগত উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়।

## ১/৪/২ প্রাচ্য দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা

### ॥ চীন ॥

চীনের বিদ্যালয়গুলিতে ছাত্ররা অর্ধেক সময় তাত্ত্বিক শিক্ষা এবং অর্ধেক সময় বিভিন্ন দ্রব্যের কর্মসূচী অবলম্বনে কাজ করে থাকে। সাংস্কৃতিক বিপ্লবের পর এই ব্যবস্থা আরও জোরদার করা হয়েছে। বিদ্যালয়ে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন পৃথক বিষয় হিসাবে পড়ান হয়। প্রতিটি বিদ্যালয়ে একাধিক ওয়ার্কশপ এবং ফ্যাক্টরি আছে। এই ফ্যাক্টরির মাধ্যমেই ছাত্ররা বিজ্ঞান-শিক্ষা লাভ করে। ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি, মাইক্রোস্কোপ, ক্যামেরা এমন কি লরীর চেসিস (Chesis) পর্যন্ত ছাত্ররা তৈরি করে। স্বভাবতঃই চীনের বিভিন্ন বিদ্যালয়ে একই ধরনের পাঠ দেওয়া সম্ভব নয়। চীনের এই কর্মনিষ্ঠ বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা প্রচলনের পক্ষে অন্তরায় ছিল কনফুসীয় চিন্তাধারা ও তথাকথিত প্রাচীন পণ্ডিতসর্বস্ব শিক্ষাবিদদের দৈহিক শ্রমের প্রতি ওদাসীন্য। চীনের অভ্যুত্থানের পরবর্তী যুগে ইউরোপীয় শিক্ষার প্রভাব ক্রমশঃ কমে আসতে থাকে। চীনের মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলিতে সাধারণতঃ ছয় বৎসরের শিক্ষা দেওয়া হয়।

## ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাস

### ॥ ভারত ॥

ভারতের আধুনিক বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রচেষ্টা প্রথমদিকে বৃটিশ-প্রভাবিত ছিল। ১৮১১ সালে ব্রিটিশ ভারতে তদানীন্তন বড়লাট লর্ড মিন্টো ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষা পুনরুদ্ধারের প্রস্তাব দেন কোম্পানীর কাছে এবং শর্তসাপেক্ষে ইংল্যান্ডের পার্লিয়ামেন্ট ভারতীয়দের বিজ্ঞান ও অন্যান্য বিষয় শিক্ষার জন্য বাৎসরিক এক লক্ষ টাকা গুণ্ডার করেন। ইস্ট ইন্ডিয়া কোম্পানী বিজ্ঞান শিক্ষাপ্রচারে বিশেষ কোন উদ্যোগ গ্রহণ করেননি। রাজা রামমোহন রায় গণিত-রসায়ন প্রভৃতি শিক্ষার জন্য ১৮২৩ সালে সুপারিশ করেন। তাতে বিশেষ কোন ফল হয়নি। ১৮৮২—৮৩ সালে শিক্ষা-কমিশনের সুপারিশে বিদ্যালয়ে কারিগরী শিক্ষার বিভাগ খোলা হয়। সেই শিক্ষাব্যবস্থায় আশানুরূপ সাড়া মেলেনি। বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে বিজ্ঞান শূন্য বিশ্ববিদ্যালয়ে পড়ান হত। ১৯১৩ সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেস এবং ১৯৩৫ সালে ন্যাশনাল ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স স্থাপিত হয়। তবে এর সঙ্গে মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষার, বিশেষ করে শ্রেণী-শিক্ষার কোন যোগাযোগ ছিল না। বিভিন্ন শিক্ষা কমিশনের বিজ্ঞান শিক্ষা-সংক্রান্ত বিভিন্ন প্রস্তাব নানা কারণে কার্যকরী করা সম্ভব হয়নি। তার মধ্যে একটি কারণ সম্ভবতঃ ভারতীয় শিক্ষার প্রতি ঔপনিবেশিক শাসকদের ওদাসীন্য।

ভারতে ব্রিটিশ শাসনের শেষেরদিকে বিভিন্ন অঞ্চলের কিছু কিছু বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান পড়ান শুরুর হয়। তবে সে বিজ্ঞান-শিক্ষা বিশেষ গুরুত্ব পায়নি এবং সর্বভারতীয় ভিত্তিতে শিক্ষার মধ্যে কোন একাও ছিল না।

১৯৪৮—৪৯ : ডঃ সর্বপল্লী রাধাকৃষ্ণনের নেতৃত্বে “বিশ্ববিদ্যালয় শিক্ষা কমিশন” সুপারিশ করলেন, প্রাথমিক বিদ্যালয় থেকে প্রাক্ ডিগ্রী শিক্ষাব্যবস্থায় সকল ছাত্রছাত্রীকে বিজ্ঞান শেখান উচিত। তবে যারা বিজ্ঞানে উৎসাহী এবং যারা উৎসাহী নয়, এই দুধরনের শিক্ষার্থীদের জন্য পৃথক বিজ্ঞান-পাঠক্রমের ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। এই কমিশন বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষা-পর্যালোচনার উপর বেশী গুরুত্ব দিয়েছিলেন। সৈজন্য মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষা পর্যালোচনার জন্য পৃথক কমিশনের প্রয়োজন অনুভূত হয়।

১৯৫২—৫৩ : দি সেন্ট্রাল অ্যাডভাইসরী বোর্ড অব এডুকেশন (C. A. B. E.) এর পরামর্শে ডঃ এ. এল. মদুলায়রের নেতৃত্বে “মাধ্যমিক শিক্ষা কমিশন” নিযুক্ত হয়। এই কমিশন মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে বহুমুখী শিক্ষা-প্রচলনের সুপারিশ করেন। অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত বিজ্ঞান হিসাবে সাধারণ বিজ্ঞান পড়াতে বলা হল। উচ্চ মাধ্যমিক স্তরে সকল বিভাগের ছাত্রছাত্রীর জন্য আবশ্যিক পাঠ্য বা “কোর” (core) হিসেবে সাধারণ বিজ্ঞান পড়াবার সুপারিশ করা হল। সাধারণ বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ছিল দৈনন্দিন জীবনে বিজ্ঞানের প্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী জাগানো ইত্যাদি। বিজ্ঞানে উৎসাহী ছাত্রদের বিজ্ঞানে বিশেষ শিক্ষা গ্রহণের সুযোগ দেবার জন্য “বিজ্ঞান-শাখার” (Science Stream) ব্যবস্থা করা হল। বিজ্ঞান শাখার পাঠ্য বিষয়গুলির মধ্যে ছিল পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জীববিজ্ঞান, ভূগোল, গণিত, শারীরতত্ত্ব এবং স্বাস্থ্যবিজ্ঞান। নির্দিষ্ট শর্তে এর মধ্য থেকে তিনটি বিষয় ঐচ্ছিক বিষয় হিসাবে নির্বাচন করতে হত এবং অতিরিক্ত বিষয় হিসাবে যে কোন একটি বিষয় বা বলবিদ্যা (Mechanics) নেওয়া যেত।

১৯৫৬ : সর্বভারতীয় ভিত্তিতে সিমলায় তারাদেবীতে বিজ্ঞান-শিক্ষার উপর এক অখিল ভারতীয় সেমিনার অনুষ্ঠিত হয়। সেমিনারের বিবেচ্য বিষয় ছিল উচ্চ মাধ্যমিক স্তরে কোর বিষয় হিসাবে সাধারণ বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্তি নিয়ে আলোচনা। সেই সঙ্গে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা—পাঠ্যক্রম, যন্ত্রপাতি, পাঠ্যপুস্তক, পাঠসহায়ক উপকরণ, পরীক্ষা-পদ্ধতি, বিজ্ঞান-সমিতি, বিজ্ঞান-মিউজিয়াম ইত্যাদির পর্যালোচনা। সর্বভারতীয় ভিত্তিতে বিজ্ঞান-পাঠদানের একটি সিদ্ধান্ত এখানে নেওয়া হয়।

১৯৫৭—৫৮ : অল ইন্ডিয়া কাউন্সিল অব সেকেন্ডারী এডুকেশন (A. I. C. S. E.) পরবর্তীকালে এই সংস্থার নাম হয়েছে ডাইরেক্টরেট অব এক্সটেনশন প্রোগ্রাম ফর সেকেন্ডারী এডুকেশন বা (D. E. P. S. E.) সারা দেশের বিভিন্ন বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-সমিতি গঠন করেন। এই সমিতিগুলির উদ্দেশ্য ছিল শ্রেণীর বাইরে বিজ্ঞান-শিক্ষায় অংশ গ্রহণ করতে এবং প্রয়োজন মত চার্ট, মডেল ও ছোট ছোট যন্ত্রপাতি তৈরী করতে ছাত্রদের উৎসাহ দেওয়া এবং সহযোগিতা করা।



১৯৬১ : ন্যাশানাল কাউন্সিল অব এডুকেশনাল রিসার্চ এ্যান্ড ট্রেনিং (N. C. E. R. T.) প্রতিষ্ঠিত হয়। ইহা কেন্দ্রীয় শিক্ষামন্ত্রক-অনুমোদিত একটি স্বয়ংশাসিত সংস্থা। দেশের বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার নানারূপ সমস্যা পর্যালোচনার জন্য N. C. E. R. T.-এর অধীনে বিজ্ঞান-শিক্ষাবিভাগ (Department of Science Education) খোলা হয়।

১৯৬১—৬২ : লালবাহাদুর শাস্ত্রীর নেতৃত্বে “ইন্ডিয়ান পলিসিয়ার্মেন্টারী এ্যান্ড সায়েন্টিফিক কমিটি” গঠিত হয় ১৯৬১ সালে। কমিটির একটি প্রধান উদ্দেশ্য ছিল রাজনীতিবিদ এবং বৈজ্ঞানিকদের যৌথ প্রচেষ্টায় দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতির পরিপ্রেক্ষিতে পরিকল্পনার নীতি নির্ধারণ করা। ১৯৬২ সালের প্রথমদিকে কমিটি বিদ্যালয়ের শিক্ষা-সমস্যা নিয়ে পর্যালোচনা শুরু করেন। সমস্যার অন্তর্গত ছিল—বিদ্যালয়ের সংখ্যা, যোগ্য বিজ্ঞান-শিক্ষকের অভাব, কারিগরী শিক্ষাপ্রাপ্ত লোকের দৃষ্টপ্রাপ্যতা, বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম ইত্যাদি।

১৯৬৩—৬৪ : UNESCO পরিকল্পনা-মিশনের শিক্ষাবিদগণ এদেশে আসেন ১৯৬৩ সালে। তারা দেশের বিজ্ঞান ও গণিত-শিক্ষার পরিস্থিতি পরিদর্শন এবং পর্যালোচনা করে শিক্ষা-পদ্ধতির উন্নতিকল্পে কিছু সুপারিশ করেন। সুপারিশ অনুসারে প্রথম পরীক্ষা-নিরীক্ষা শুরু হয় দিল্লীর বিদ্যালয়গুলিতে Department of Science Education, N.C.E.R.T.-এর তত্ত্বাবধানে।

১৯৬৪—৬৬ : ডঃ ডি. এস. কোঠারির সভাপতিত্বে নিযুক্ত “শিক্ষা-কমিশন” সর্বস্তরের শিক্ষাব্যবস্থার পর্যালোচনা করেন। অপ্রস্তুত অবস্থায়, মৃদাঙ্গিলার কমিশনের সুপারিশে একাদশ শ্রেণীর শিক্ষাব্যবস্থা গ্রহণ করতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় এক বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি হয়েছিল। উপযুক্ত শিক্ষক, পরীক্ষাগার, গ্রন্থাগার প্রভৃতি না থাকা সত্ত্বেও অনেক বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শাখা খোলা হয়েছিল। এর পরিণাম হয়েছিল ভয়ংকর। তাছাড়া অধিকাংশ শিক্ষার্থী অল্প বয়সে অনাভিজ্ঞতাহেতু উপযুক্ত বিভাগ (Stream) এবং ঐচ্ছিক বিষয় নির্বাচনে যথেষ্ট বুদ্ধির পরিচয় দিতে পারেনি। কোর বিষয়গুলিকেও যথেষ্ট গুরুত্বসহকারে বিদ্যালয়ে পড়ান হত না। কোঠারি কমিশন এইসব ত্রুটিগুলো যথার্থভাবে উদ্ঘাটন করেছেন।

কোঠারি কমিশন বিজ্ঞানকে শুধু বিদ্যালয়ের এক গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হিসাবে গণ্য করতে বলেননি; বলেছেন—বিজ্ঞান-শিক্ষার মানোন্নয়ন করতে হবে এবং সমস্যা-সমাধান এবং আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষা দিতে হবে, বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী জাগাতে হবে। কমিশন আরও বলেন—“জাতির প্রগতি, কল্যাণ এবং নিরাপত্তা নির্ভর করে বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তি-বিদ্যায় সুপারিকল্পিত গবেষণা এবং শিক্ষাব্যবস্থার উপর। কমিশন তাই সুপারিশ করেন, বিদ্যালয়ে শিক্ষার প্রথম দশ বছর প্রত্যেক শিক্ষার্থীর নিকট বিজ্ঞান এবং গণিত আবশ্যিক পাঠ্য হবে। কমিশন বিদ্যালয়ের বিভিন্ন স্তরে বিজ্ঞান-শিক্ষা সম্পর্কে নীচের সুপারিশগুলি করলেন।

॥ ক ॥ **প্রাথমিক স্তর :** নিন্ম-প্রাথমিক স্তরে প্রাথমিক স্বাস্থ্যবিধি এবং পর্যবেক্ষণ ক্ষমতার উন্মেষের উপর গুরুত্ব দিতে হবে। তৃতীয়-চতুর্থ শ্রেণীতে পরিবেশকেন্দ্রিক বিজ্ঞান-শিক্ষা দিতে হবে। চতুর্থ শ্রেণীর ছাত্রদের রোমান লিপি শেখাতে হবে যাতে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানের আন্তর্জাতিক সংকেতগুলি জানতে সমর্থ হয়। উচ্চ প্রাথমিক স্তরে যুক্তি ও চিন্তাশক্তি বিকাশের উপর গুরুত্ব দিতে বলা হল। প্রাথমিক বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষায় যন্ত্রপাতি ব্যবহারেরও সুপারিশ করা হল।

॥ খ ॥ **মাধ্যমিক স্তর :** উচ্চ শিক্ষার প্রস্তুতি হিসাবে এবং মানসিক শৃঙ্খলার কথা বিচার করে এই স্তরের বিজ্ঞান পরিচালিত হওয়া প্রয়োজন। বিজ্ঞান-শিক্ষায় পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জীববিদ্যা, ভূবিদ্যা সকল স্তরের শিক্ষার্থীর অবশ্য পাঠ্য হবে। মাধ্যমিক স্তরে গ্রামের বিজ্ঞান-শিক্ষাকে কৃষির সঙ্গে এবং শহরের বিজ্ঞান-শিক্ষাকে শিল্পের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। মেধাবী ছাত্রদের জন্য কতকগুলি নির্দিষ্ট বিদ্যালয়ে উচ্চতর বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা করতে হবে। এইসব বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় সব ব্যবস্থা রাখতে হবে।

॥ গ ॥ **উচ্চ মাধ্যমিক স্তর :** এই স্তরে বিজ্ঞান-শিক্ষা আবশ্যিক হবে না ; যারা বিজ্ঞানে বিশেষীকরণ (Specialisation) করতে চায় তারাই বিজ্ঞান পড়বে। কমিশন বিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয়গুলি উল্লেখ করে দিয়েছেন। ভারতের বিজ্ঞান অনুশীলন সম্পর্কে কমিশন এক পুরুষপুর্ণ এবং বিতর্কিত প্রস্তাব দিলেন যে বিজ্ঞান ও আধ্যাত্মবাদের মিলনই ভারতের বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল ভিত্তি হওয়া উচিত।

১৯৬৭ : ভারতের শিক্ষামন্ত্রক মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষাকে জোরদার করে তোলবার জন্য দেশব্যাপী এক কর্মসূচী গ্রহণে UNESCO এবং UNICEF-এর সঙ্গে চুক্তি সম্পাদন করেন। ১৯৭০ সালে প্রাথমিক উদ্যোগ হিসাবে দেশের ৭৯টি বিদ্যালয় নির্বাচন করা হয় এবং বিদ্যালয়গুলিকে বিজ্ঞান-শিক্ষার উপকরণ দিয়ে সাহায্য করা হয় এবং চতুর্থ পঞ্চবার্ষিকী পরিকল্পনার শেষ তিন বছরে আরও ৫০০টি বিদ্যালয়কে এই কর্মসূচীর আওতায় নেবার প্রস্তাব করা হয়। এই কর্মসূচী অনুযায়ী বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম ও পাঠ্যপুস্তক উন্নয়নে এবং স্বহস্তে যন্ত্রপাতি নির্মাণে বিদ্যালয়গুলিকে সাহায্য করার প্রস্তাব নেওয়া হয়।

### বর্তমান ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা

সর্বভারতীয় ভিত্তিতে মাধ্যমিক শিক্ষা তথা বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে ভারত সরকারের শিক্ষামন্ত্রকের সহায়তায় ১৯৬১ সালে National Council of Educational Research and Training (N.C.E.R.T.) প্রতিষ্ঠিত হয়। N.C.E.R.T.-এর সদর দপ্তর দিল্লীতে একটি মহাবিদ্যালয়, National Institute of Education (N.I.E.) স্থাপিত হয়। এই মহাবিদ্যালয়ের অধীনে Department of Science Education (স্থাপিত ১৯৬৩) দেশের বিজ্ঞান-শিক্ষা উন্নয়নের দায়িত্ব গ্রহণ করেন। এই বিভাগ দশম শ্রেণী পর্যন্ত বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম নির্ণয়ের দায়িত্ব নেন এবং অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের

সক্রিয় সহযোগিতায় পাঠ্যপুস্তক রচনার উদ্যোগ গ্রহণ করেন, আমেরিকার P.S.S.C. (Physical Science Study Committee) এবং CHEM Study প্রকাশিত পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের পুস্তকগুলির ভারতীয় সংস্করণ করেন এবং সেই সঙ্গে পুস্তক-গুলিকে প্রাদেশিক ভাষায় অনুবাদ করবার উদ্যোগ গ্রহণ করেন। বিজ্ঞান-শিক্ষার নানাবিধ উপকরণ নির্মাণের জন্য এই বিভাগের অধীনে Central Science Workshop প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। বিজ্ঞান ও অন্যান্য বিষয়ে উপযুক্ত প্রশিক্ষণ দেবার জন্য N. C. E. R. T.-র অধীনে চারটি আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয় (Regional College of Education) স্থাপিত হয়েছে—ভুবনেশ্বর, আজমীর, ভূপাল এবং মহাশূদ্র। আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞান শিক্ষণ-প্রশিক্ষণে স্নাতক পর্যায়ে B. Sc. (Ed.) এবং স্নাতকোত্তর পর্যায়ে M. Sc. (Ed.) নামক ডিগ্রী-শিক্ষার ব্যবস্থা হয়েছে। এই ডিগ্রী-শিক্ষায় বিজ্ঞান শিক্ষার সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষণ-পদ্ধতি এবং শিক্ষা-সহায়ক যন্ত্রপাতি নির্মাণের শিক্ষা দেওয়া হয়। মহাবিদ্যালয়গুলির Extension Service Centre গুলিতে স্বল্পমেয়াদী শিক্ষা, সেমিনার, সম্মেলন প্রভৃতির ব্যবস্থা করা হয়। এছাড়া কুরক্লেব বিশ্ববিদ্যালয়ের চার বছরের B. Sc. (Ed.) কোর্স প্রবর্তন করা হয়েছে ১৯৬০ সাল থেকে।<sup>১</sup>

N. C. E. R. T.-এর বিজ্ঞান শিক্ষাবিভাগ রাজ্যের শিক্ষা-দপ্তরগুলির সহ-যোগিতায় সারা ভারতের মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলির প্রতিভাবান বিজ্ঞানের ছাত্রদের খুঁজে নেবার জন্য National Science Talent Search (N. S. T. S. Scheme নামক প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষার ব্যবস্থা করেন। নির্বাচিত ছাত্রদের সরকারী অর্থানুকূল্যে B. Sc. থেকে Ph. D. পর্যন্ত পড়াশুনার ব্যবস্থা করা হয় এবং চাকরির সুযোগ পর্যন্ত করে দেওয়া হয়। কর্মরত বিজ্ঞান-শিক্ষকদের সর্বাধুনিক জ্ঞান-বিজ্ঞানের সঙ্গে পরিচয় করিয়ে দেবার উদ্দেশ্যে N. C. E. R. T., U. G. C. (University Grants Commission) এবং U. S. A. I. D. (United States Agency for International Development)-এর যৌথ উদ্যোগে ১৯৬৩ সালে গ্রীষ্মকালীন শিক্ষা-ব্যবস্থার প্রচলন করেন। N. C. E. R. T. “বিজ্ঞান-শিক্ষক”, “বিদ্যালয় বিজ্ঞান” এবং “জার্নাল অব ইন্ডিয়ান এডুকেশন” প্রভৃতি পত্রিকা নিয়মিত প্রকাশ করেন। ভারতের বিজ্ঞান ও শিল্পগবেষণা-সংস্থা (C. S. R. I. “Science Reporter” নামক পত্রিকা, টাইম্‌স্ অব ইন্ডিয়া প্রকাশক-গোষ্ঠী “Science To-day”, কোরিয়ার ডাইজেস্ট “গোষ্ঠী+২” শ্রেণীর ছাত্রদের জন্য “Junior Science Digest” এবং মাদ্রাজের অ্যাসোসিয়েশন ফর দি প্রমোশন অব সায়েন্স এডুকেশন “Junior Scientist” নামক বিজ্ঞান-পত্রিকাগুলি নিয়মিত প্রকাশ করে থাকেন। UNESCO, USAID, British Council প্রভৃতি বৈদেশিক প্রতিষ্ঠান ভারতের বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে নানাবিধ সাহায্য করে থাকেন।

1. An Endeavour Towards Anotqmy of Science Education—R. Anand & V. Sankarm (Journal for Higher Education) Vol. 2, No. 2. 1976.



সম্প্রতি ভারত শিক্ষামন্ত্রকের অধীন National Council of Science Museums (N.C.S.M.) বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণ এবং শিক্ষার্থীদের স্বজনধর্মী বিজ্ঞানের কাজে উৎসাহ দিচ্ছেন।

ভারতের বিভিন্ন রাজ্যে বিজ্ঞান শিক্ষার উন্নতিকল্পে State Institute of Science Education প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। এইসব প্রতিষ্ঠানে বিজ্ঞান শিক্ষকদের প্রশিক্ষণ, বিজ্ঞান শিক্ষার প্রসার ঘটান, বিজ্ঞান শিক্ষায় গবেষণা ও বিদ্যালয় বিজ্ঞান শিক্ষায় সহযোগিতা এবং শিক্ষার্থীদের যন্ত্রপাতি ও মডেল নির্মাণে সাহায্য করা বিজ্ঞানের জাতীয় কর্মসূচীতে শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণে সহযোগিতা করা হয়।

বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে N. C. E. R. T.-র দ্বিটি উল্লেখযোগ্য পদক্ষেপ National Science Talent Search Scheme এবং Summer Institute সম্পর্কে আমরা সংক্ষেপে আলোচনা করব।

(১) Summer Institute (গ্রীষ্মকালীন শিক্ষার্শাবির) : গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাব্যবস্থার উদ্দেশ্য সম্পর্কে আগেই কিছুটা আলোচনা করা হয়েছে। শুধু নতুন জ্ঞান-বিজ্ঞানের সঙ্গে পরিচয় করানো এই শিক্ষাব্যবস্থার লক্ষ্য ছিল না। শিক্ষকরা যাতে সেই জ্ঞান উপযুক্তভাবে প্রয়োগ করে শ্রেণীতে বিজ্ঞান-শিক্ষা পরিচালনা করতে পারেন, তারও ব্যবস্থা করা হয়। অভিজ্ঞ অধ্যাপকমণ্ডলী এবং বৈজ্ঞানিকগণ এই ইনস্টিটিউটে বিজ্ঞানের নতুন তথ্য পরিবেশন করেন, উন্নতমানের শিক্ষাসহায়ক উপকরণের ব্যবহার করে বিজ্ঞান-শিক্ষাদানের কৌশল সম্পর্কে প্রশিক্ষণার্থীদের অবহিত করেন। প্রশিক্ষণার্থীরা এখানে হাতে-কলমে বিজ্ঞানের পরীক্ষা করেন এবং আলোচনা ও সমালোচনার অংশ গ্রহণ করেন।

প্রথম দিকে বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষকদের জন্য এই শিক্ষাব্যবস্থা নির্দিষ্ট হলেও পরবর্তীকালে কলেজের শিক্ষকদের জন্য পৃথকভাবে এই ধরনের শিক্ষাব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়।

শুশিক্ষণের সময় সাধারণতঃ ছয় সপ্তাহ। এই প্রশিক্ষণ-শিবিরে দেশের বিভিন্ন স্থানের শিক্ষকবৃন্দ অংশগ্রহণ করে থাকেন। দেশের বিভিন্ন স্থানে প্রশিক্ষণ-শিবিরের ব্যবস্থা করা হয়। অংশগ্রহণকারীদের থাকা, খাওয়া এবং যাতায়াতের মাঝতীয় ব্যয় শিক্ষা-শিবিরের কর্তৃপক্ষ বহন করেন। গ্রীষ্মকালে এই শিক্ষাব্যবস্থা করা হয়ে থাকে। ১৯৬৩ থেকে '৭২ সাল পর্যন্ত শিক্ষার্শাবির আশানুরূপভাবে শিক্ষকদের প্রশিক্ষণে সহায়তা করেছে।

মন্তব্য : নানা কারণে গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাব্যবস্থা ফলপ্রসূ হতে পারেনি, কারণ—

॥ এক ॥ বিদ্যালয়ের শিক্ষাপদ্ধতির সঙ্গে শিক্ষার্শাবিরের শিক্ষাপদ্ধতি একেবারেই সামঞ্জস্যবিহীন। যে সব যন্ত্রপাতির ব্যবহার সম্পর্কে এখানে শিক্ষা দেওয়া হয় বিদ্যালয়ে সেগদলি দুর্লভ।

॥ দুই ॥ যে সব উৎকৃষ্ট ধরনের বই-এর সঙ্গে এখানে শিক্ষক (বা প্রশিক্ষণার্থী) পরিচিত হয়, সেগদলি ইংরাজী ভাষায় লেখা। সেই বই অনুসারে বিদ্যালয়ে পড়ানো সম্ভব নয়।

॥ তিন ॥ শিক্ষাশিবিরে বিজ্ঞানে অঙ্কের ব্যবহার শেখানো হয়, কিন্তু বিদ্যালয়ের বিজ্ঞানে অঙ্কের কোন সুযোগ নেই।

॥ চার ॥ বিদ্যালয়ের শিক্ষাব্যবস্থা পরীক্ষাকেন্দ্রিক। সুতরাং বিদ্যালয়ের শিক্ষা-ব্যবস্থায় গ্রীষ্মকালীন শিক্ষা-শিবিরের শিক্ষা প্রয়োগ করা অসুবিধাজনক।

॥ পাঁচ ॥ উপযুক্ত অনুগামী (Follow-up) কার্যসূচীর অভাবে শিক্ষকগণ তাঁদের নবলব্ধ জ্ঞান সহজেই ভুলে যান।

॥ ছয় ॥ শিক্ষাশিবিরের জ্ঞানগুলির মধ্যে কোন ধারাবাহিকতা থাকে না। যার ফলে শিক্ষকদের নতুন জ্ঞানলাভে বিশেষ কোন উপকার হয় না।<sup>১</sup> Dr R. K. Singh তাই কলেজ অধ্যাপকদের ক্ষেত্রে Summer Course-এর পরিবর্তে M. Phil-এর উপর অধিক গুরুত্ব দেবার কথা বলেছেন।

**প্রতিকার :** গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাশিবিরের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করতে হলে নিম্নের ব্যবস্থাগুলি অবলম্বন করা প্রয়োজন।

(১) ভারতীয় বিদ্যালয়ের বাস্তব অবস্থার পরিপ্রেক্ষিতে প্রশিক্ষণ দেওয়া উচিত। কর্মকর্তাদেরও দেশীয় বিদ্যালয়ের পরিস্থিতি সম্পর্কে উপযুক্ত জ্ঞান থাকা চাই। (২) সম্ভাব্য বিজ্ঞান-শিক্ষাসহায়ক উপকরণ নির্মাণের প্রশিক্ষণ দিতে হবে। (৩) অনুগামী শিক্ষাক্রমের (Follow-up Programme) ব্যবস্থা রাখতে হবে, যাতে বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষক শ্রেণীশিক্ষা এবং নতুন জ্ঞানের সংযোগ-বিধানে সর্বদা সচেতন থাকতে পারেন। (৪) যেহেতু প্রত্যেক রাজ্যের শিক্ষা-কাঠামো এক নয়, সেজন্য প্রত্যেক রাজ্যের শিক্ষকদের জন্য পৃথক পৃথক শিক্ষাশিবিরের ব্যবস্থা রাখতে পারলে ভাল হয়। (৫) শিক্ষাশিবিরের কর্মকর্তাদের মধ্যে অভিজ্ঞ বিজ্ঞান-শিক্ষকদেরও স্থান দেওয়া প্রয়োজন। (৬) P. S. S. C., CHEM Study প্রকাশিত পুস্তকগুলিকে বিভিন্ন ভারতীয় ভাষায় অনুবাদ করবার প্রচেষ্টা করতে হবে। (৭) সর্বোপরি প্রত্যেক শিক্ষাশিবিরের একটি ক'রে মূল্যপত্র থাকা উচিত এবং (৮) গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাশিবিরে প্রশিক্ষণ দেবার জন্য রাজ্যের ট্রেনিং কলেজগুলির সহযোগিতা গ্রহণ করা যেতে পারে।

## (২) National Science Talent Search (N. S. T. S.) Scheme :

মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের ছাত্রদের মধ্য থেকে বৈজ্ঞানিক প্রতিভা অন্বেষণ করে উপযুক্ত আর্থিক সাহায্য ও কর্মসূচীর মাধ্যমে প্রতিভাবান ছাত্রদের বিজ্ঞানপাঠে অনাকুল পরিস্থিতির সৃষ্টি করাই হল N. S. T. S. Scheme-এর অন্যতম উদ্দেশ্য। প্রতিযোগিতার মাধ্যমেই বিজ্ঞানের মেধাবী ছাত্রদের অন্বেষণ করা হয়ে থাকে। এই প্রতিযোগিতাকে কেন্দ্র করে পূর্বপ্রস্তুতি গ্রহণের জন্য বিভিন্ন বিদ্যালয়ে তাদের উচ্চ-মেধাসম্পন্ন ছাত্রদের জন্য বিজ্ঞানে নানা ধরনের সহপাঠ্যক্রমিক কাজের ব্যবস্থা ক'রে থাকেন। N.S.T.S.-এর প্রতিযোগিতায় নির্বাচিত শিক্ষার্থী বৃন্দ বিজ্ঞানে উপযুক্ত

১. C. A. B. E. Report, Part I & II, 1970, P. 123.

প্রশিক্ষণ লাভ করে একদিন দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতিতে সক্রিয়ভাবে সাহায্য করতে পারবে—এটাই হ'ল Scheme-এর মূল লক্ষ্য।

**যোগ্যতা :** যেসব বিজ্ঞান-শিক্ষার্থী একাদশ মানের বিজ্ঞান পড়ছে তারাই প্রতিযোগিতায় অংশ গ্রহণ করতে পারবে। ইন্টারমিডিয়েট অথবা স্বাদশ শ্রেণীর শিক্ষাব্যবস্থায় প্রথম বর্ষের বিজ্ঞান-শিক্ষার্থী, কিংবা একাদশ শ্রেণীর শিক্ষাব্যবস্থায় একাদশ শ্রেণীর ছাত্ররা যোগদান করতে পারবে।

**প্রতিযোগিতার ব্যবস্থা :** রাশিয়ার অলিম্পিয়াড কিংবা আমেরিকার সায়েন্স অন্সার্স প্রোগ্রামের মত ভারতেও N. S. T. S. Scheme-এর ন্যায় প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষা শুরুর হয় ১৯৬৩ সাল থেকে। N.C.E.R.T.-এর বিজ্ঞান-শিক্ষাবিভাগ, রাজ্যের ও কেন্দ্রশাসিত অঞ্চলের শিক্ষাদপ্তরের সহযোগিতায় প্রতি বছর জানুয়ারীর প্রথম রবিবারে এই পরীক্ষা গ্রহণ করেন। আগের বছর (সাধারণতঃ) ১৫ই অক্টোবরের মধ্যে একাদশ মানের বিজ্ঞানের ছাত্রছাত্রীরা তাদের বিদ্যালয় প্রধানের নিকট এই পরীক্ষায় অংশগ্রহণের জন্য আবেদন করতে পারে। অংশগ্রহণকারী শিক্ষার্থীকে বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবণতা (aptitude)-মূলক রচনাধর্মী লিখিত পরীক্ষা দিতে হয়। প্রত্যেক প্রতিযোগীকে লিখিত রিপোর্টসহ একটি বিজ্ঞানধর্মী প্রজেক্টমূলক কাজ জমা দিতে হয় একইদিনে। লিখিত পরীক্ষায় উত্তীর্ণ শিক্ষার্থীকে পরবর্তীকালে একটি সাক্ষাৎকারে উপস্থিত হতে হয়। সেই সময়ে শিক্ষার্থীর প্রবৃত্তি প্রত্যেকটি উপর শিক্ষার্থীর সঙ্গে আলোচনা হয়। চূড়ান্তভাবে নির্বাচিত শিক্ষার্থীকে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, গণিত, জীববিদ্যা প্রভৃতি মৌলিক বিজ্ঞান বিষয়গুলিতে প্রথম ডিগ্রী থেকে পি-এইচ. ডি. পর্যন্ত শিক্ষাগ্রহণে যথেষ্ট পরিমাণ আর্থিক সাহায্য দেওয়া হয়।

## ১৯৮৩ পশ্চিম বাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাস

পশ্চিম বাংলার মাধ্যমিক পাঠক্রমে বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্তির ইতিহাস বেশিদিনের নয়।

১৯৪০ : কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের অধীনে প্রবেশিকা ( গ্যারিটকুলেশন ) পরীক্ষায় বিজ্ঞান প্রথম স্থান পায় অতিরিক্ত বিষয় হিসাবে। পরীক্ষাগার অথবা যন্ত্রপাতির সামান্য ব্যবস্থা বিভিন্ন বিদ্যালয়ে করা হয়। বিজ্ঞানে উচ্চশিক্ষা-গ্রহণেচ্ছা শিক্ষার্থীরা অতিরিক্ত পাঠ্য হিসাবে বিজ্ঞান গ্রহণ করত।

১৯৫০ : হরেন্দ্রনাথ রায়ের নেতৃত্বে একটি কমিটি পশ্চিম বাংলার শিক্ষা-পরিস্থিতি নিয়ে পর্যালোচনা করেন। কমিটির সুপারিশে মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষার দায়িত্ব কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের হাত থেকে একটি স্বয়ংশাসিত বোর্ডের হাতে অর্পণ করা হয় ১৯৫১ সালে।

১৯৫৪ : নব-প্রবর্তিত স্কুল ফাইন্যাল পাঠক্রমে রায় কমিটির সুপারিশে বিজ্ঞানকে আবশ্যিক পাঠ্য হিসাবে গ্রহণ করা হয়। ১৯৫৬ সালের স্কুল ফাইন্যাল পরীক্ষায় প্রথম আবশ্যিক সাধারণ বিজ্ঞানের পরীক্ষা নেওয়া হয়।



১৯৫৭ : উচ্চতর মাধ্যমিক শিক্ষাব্যবস্থায় দশম শ্রেণী পর্যন্ত সাধারণ বিজ্ঞানকে আবশ্যিক পাঠ্য বা “কোর” বিষয় হিসাবে পড়াবার ব্যবস্থা করা হয়। কিন্তু মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের সাধারণ বিজ্ঞানে মত “কোর” বিজ্ঞানের কোন বহিঃপরীক্ষার ব্যবস্থা ছিল না। এই বছর থেকেই উচ্চতর মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞানে আগ্রহী ছাত্রদের জন্য বিজ্ঞান-শাখার (Stream) ঐচ্ছিক বিষয় হিসাবে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জীববিজ্ঞান ইত্যাদি পড়াবার ব্যবস্থা করা হয়। উচ্চতর মাধ্যমিক বিদ্যালয়গুলিতে সাধারণ বিজ্ঞানকে প্রয়োজন অনুসারে পড়াবার ব্যবস্থা ছিল।

১৯৭৪ : রাজ্যে মাধ্যমিক স্তরে বৈচিত্র্য শিক্ষাব্যবস্থার অবসান সূচিত করা হয়। রাজ্য এবং জাতীয় স্তরে একই ধরনের শিক্ষাস্তর ১০+২ গ্রহণ করার প্রস্তাব নেওয়া হয়। এই ব্যবস্থায় রাজ্যের সমগ্র মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে দশম শ্রেণীর শেষে একটি বহিঃপরীক্ষার ব্যবস্থা করা হয়। এই পরীক্ষার নাম “মাধ্যমিক ফাইন্যাল” (Secondary Final)। দশম শ্রেণী পর্যন্ত বিজ্ঞানের পাঠ আবশ্যিক করা হয়। নব-প্রবর্তিত পাঠ্যসূচীতে ভৌত-বিজ্ঞান ও জীবন-বিজ্ঞান পৃথকভাবে এবং সমান গুরুত্ব সহকারে স্থান পায়। পাঠ্যসূচী অনুযায়ী এই বিজ্ঞানের প্রথম বহিঃপরীক্ষা নেওয়া হয় ১৯৭৬ সালে।

১৯৭৫ : পুরাতন উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষাব্যবস্থার অবসান হয়।

১৯৭৬ : রাজ্যের কিছু-সংখ্যক সর্বাধিপাশ্চাত্য বিদ্যালয়ে এবং কলেজ “+২” শিক্ষাক্রম প্রবর্তন করা হয়। এর নাম “উচ্চতর মাধ্যমিক শিক্ষা” ব্যবস্থা। এই স্তরের সাধারণ শিক্ষার পাঠক্রম দুটি ভাগে বিভক্ত—General Level (সাধারণ স্তর) এবং Advanced Level (অগ্রগামী স্তর)। সাধারণ স্তরের বিজ্ঞানে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জীব-বিজ্ঞান, গণিত ইত্যাদি পাঠের সঙ্গে অন্যান্য বিষয় পাঠের সুযোগ আছে। অগ্রগামী স্তর আবশ্যিক নয়। অগ্রগামী স্তরের শিক্ষাগ্রহণের পরিবর্তে সাধারণ স্তরের কোন বিষয়কে অতিরিক্ত পাঠ্য বিষয় হিসাবে গ্রহণ করা যেতে পারে। অগ্রগামী স্তরের পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের মান অনেকটা পাস (Pass) ডিগ্রীমানের মতোই। অগ্রগামী স্তরে কোন ব্যবহারিক শিক্ষার সুযোগ নেই। সাধারণ স্তরে মোট ঐচ্ছিক (Elective) বিষয় নিতে হবে তিনটি।

## পশ্চিম বাংলায় বর্তমান মাধ্যমিক

### বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা

১৯৪৭ সালে নব-প্রবর্তিত মাধ্যমিক শিক্ষাব্যবস্থায় পঞ্চম শ্রেণীর পাঠক্রমের কোন পরিবর্তন করা হয়নি। এই স্তরে প্রকৃতি-বিজ্ঞান আগের মত এখনও পড়ানো হয়। ১৯৭৪-এ যষ্ঠ এবং নবম শ্রেণীর পাঠক্রমের পরিবর্তন করা হয়। পরবর্তীকালে এই পরিবর্তন সমস্ত শ্রেণীর পাঠক্রমেই আসে। বর্তমানে জীবন-বিজ্ঞান পড়ানো হয় যষ্ঠ শ্রেণী থেকে দশম শ্রেণী পর্যন্ত এবং ভৌত-বিজ্ঞান পড়ানো হয় সপ্তম থেকে দশম শ্রেণী পর্যন্ত। বহিরাগত পরীক্ষার্থীদের পাঠক্রমে বিজ্ঞান হিসাবে ১০০ নম্বরের সাধারণ বিজ্ঞান স্থান পেয়েছে। অতিরিক্ত বিষয় হিসাবে বিজ্ঞানে উৎসাহী শিক্ষার্থী ১০০ নম্বরের

পদার্থবিদ্যা, রসায়ন অথবা জীবন-বিজ্ঞান পড়তে পারে। অতিরিক্ত বিষয়ের ব্যবহারিক কাজের সুযোগ থাকলেও অন্তিম পরীক্ষায় ব্যবহারিক বিষয়ে পরীক্ষার কোন স্থান নেই।

মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার বৈশিষ্ট্য এবং সুযোগ সম্পর্কে আমরা সংক্ষেপে আলোচনা করছি।

॥ ১ ॥ আনুষ্ঠানিকভাবে বিজ্ঞানের পাঠক্রমে কোন শ্রেণীতেই ব্যবহারিক বিজ্ঞান স্থান পায়নি; বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে শুধু Demonstration-এর সাহায্যে পড়াতে বলা হয়েছে।

॥ ২ ॥ (ক) পশ্চিমবাংলার মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষার গুরুগত পরিবর্তন বিশেষ কিছু দেখা যায় না। তবে ভৌত বিজ্ঞানের ১০০ নম্বরের পরীক্ষার মধ্যে ৮০ নম্বর লিখিত পরীক্ষায় এবং ২০ নম্বর মৌখিক পরীক্ষার জন্য নির্দিষ্ট করা হয়েছে। মৌখিক পরীক্ষার নীতি নির্দিষ্ট করলেও কার্যতঃ অনুসৃত হবার পক্ষে অনেক বাধা দেখা দেয়।

(খ) গণিত, জীবন-বিজ্ঞান এবং ভৌত-বিজ্ঞান মিলিয়ে “বিজ্ঞান-গ্রুপ” করা হয়েছে। গ্রুপের মিলিত নম্বরের ভিত্তিতে গ্রুপে পাস-ফেল নির্ধারণ করা হয়; তবে গ্রুপের প্রত্যেক বিষয়ে কমপক্ষে কুড়ি নম্বর পেতে হবে। বিদ্যালয়ে শিক্ষক নিয়োগ করা হচ্ছে গ্রুপের ভিত্তিতে।

(গ) লিখিত ও মৌখিক পরীক্ষার নম্বর স্বতন্ত্র বলে বিবেচনা করা হয়।

(ঘ) সময়-পত্রিকার (Time Table) জীবন-বিজ্ঞান ও ভৌত-বিজ্ঞান পাঠের জন্য মোট সময় আগেকার সাধারণ বিজ্ঞান অপেক্ষা একটু বেশী দেওয়া হয়েছে।

(ঙ) লিখিত এবং মৌখিক পরীক্ষায় রচনাধর্মী প্রশ্নের পরিবর্তে সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন এবং নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন ব্যবহার করা হচ্ছে।

(চ) নবম ও দশম শ্রেণীর ভৌত বিজ্ঞানের পাঠক্রমকে প্রধানতঃ তিন অংশে ভাগ করা হয়েছে। প্রথম অংশে পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের মিলিত পাঠ। দ্বিতীয় অংশে পদার্থবিদ্যা এবং তৃতীয় অংশে রসায়নের পাঠ।

(ছ) প্রশ্নপত্র রচনার সুবিধার জন্য সমগ্র পাঠক্রমকে দশটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। প্রত্যেক অংশ থেকে প্রশ্ন দিতে হবে এবং প্রত্যেক অংশের প্রশ্নের জন্য নম্বর নির্দিষ্ট করা হয়েছে।

॥ ৩ ॥ ইদানীং কর্মশিক্ষা এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার সমন্বয়-সাধনের কথা ভাবা হচ্ছে। কয়েকটি বিদ্যালয়ে দেখা গেছে কর্মশিক্ষার অঙ্গ হিসাবে ছাত্ররা নিজ হাতে সাধারণ উপকরণের সাহায্যে বিজ্ঞানের যন্ত্রপাতি তৈরি করছে এবং সেই উপকরণগুলিই বিজ্ঞান-শিক্ষার কাজে লাগানো হচ্ছে।

॥ ৪ ॥ মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে উচ্চতর যোগ্যতাসম্পন্ন বিজ্ঞান-শিক্ষক নিয়োগের ব্যবস্থা এবং সেই সঙ্গে উচ্চহারে বেতনদানের ব্যবস্থা রয়েছে।

॥ ৫ ॥ পশ্চিম বাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষকদের বিশেষভাবে প্রশিক্ষণের জন্য কোন

সংস্থা নেই। সম্প্রতি বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়ের অধীনে অনুরূপ প্রশিক্ষণের জন্য স্থাপন করা হয়েছে State Institute of Science Education। এই ইনস্টিটিউট পরিচালিত শিক্ষাক্রমের নাম হ'ল "Certificate of Proficiency Course in Physical and Life Science."-এর মর্যাদা B. Ed. বা B. T.'র সমান।

॥ ৬ ॥ ভারত সরকারের শিক্ষামন্ত্রক পরিচালিত National Council of Science Museums (N. C. S. M.)-এর পূর্ব ভারতীয় শাখা, বিড়লা ইন্ডাস্ট্রিয়াল এ্যান্ড টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়াম (B. I. T. M.) পশ্চিম বাংলা তথা পূর্ব ভারতের বিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় উৎসাহ বৃদ্ধি করবার জন্য সচেষ্ট হয়েছেন। তাঁদের ভ্রাম্যমান প্রদর্শনী পল্লী-অঞ্চলে বিজ্ঞান-শিক্ষাপ্রচারে সক্রিয় সহযোগিতা করে। এছাড়া, তাঁরা মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীদের জন্য বিজ্ঞান-বিষয়ে বক্তৃতা, প্রতিযোগিতা ও বিজ্ঞান-মেলায় ব্যবস্থা করেন। উৎসাহী ছাত্রদের জন্য যারা সৃজনী বিকাশকেন্দ্র কয়েকটি স্থানে স্থাপন করেছেন। শিক্ষক প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ের বিজ্ঞান প্রশিক্ষার্থীদের যন্ত্রপাতি নির্মাণের প্রশিক্ষণ দিয়ে থাকেন। নেহরু চিলড্রেন মিউজিয়ামও প্রতি বছর কালিকাতায় বিজ্ঞান-মেলার আয়োজন করেন। বিড়লা প্লানেটোরিয়াম জ্যোতির্বিদ্যা এবং মহাকাশ গবেষণা-সম্পর্কিত অভিজ্ঞতা-লাভে সাহায্য করেন। U. S. I. S. (United States Information Service), British Council বিজ্ঞানের তথ্যচিত্র প্রদর্শন এবং আলোচনার আয়োজন করেন।

॥ ৭ ॥ প্রতিভাবান বিজ্ঞান-শিক্ষার্থীদের প্রতিযোগিতার ভিত্তিতে জগদীশ বোস ন্যাশানাল সায়েন্স ট্যালেন্ট সার্চ (J. B. N. S. T. S.) বৃত্তি দেবার ব্যবস্থা আছে। বসু-বিজ্ঞানমন্দির, কালিকাতা-৭০০০০৯, এই বৃত্তি সম্পর্কিত দায়িত্বভার গ্রহণ করেছেন।

॥ ৮ ॥ বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-প্রচারের উদ্দেশ্যে বিজ্ঞানচাষ সত্যেন্দ্রনাথ বসু ১৯৪৮-এ "বঙ্গীয় বিজ্ঞান-পরিষদ" স্থাপন করেন।

॥ ৯ ॥ পশ্চিম বাংলায় বঙ্গীয় বিজ্ঞান-পরিষদ "জ্ঞান-বিজ্ঞান", বি. আই. টি. এম., "West Bengal Science Club News Letter" এবং নিখিল ভারত বিজ্ঞান-শিক্ষকসমিতির পশ্চিমবঙ্গ শাখা "বিজ্ঞান-শিক্ষক" নামক পত্রিকাগুলি নিয়মিতভাবে বাংলা ভাষায় প্রকাশ করেন। এ ছাড়া, "বিশ্বভারতী" প্রকাশন-সংস্থা বাংলা ভাষায় বিজ্ঞানের অনেক বই প্রকাশ করেছেন।

॥ ১০ ॥ পশ্চিমবঙ্গ সরকারের যুব কল্যাণ দপ্তর ব্লক পর্যায়ে প্রতি বছর বিজ্ঞান মেলার আয়োজন করেন।

## ১৪।৪ ভারত তথা পশ্চিম বাংলায় বিজ্ঞান

### শিক্ষাব্যবস্থার ত্রুটি

পশ্চিম বাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার যে ত্রুটি লক্ষ্য করা যায়, সেগুলি ভারতবর্ষের বিভিন্ন অঞ্চলের বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার ত্রুটি থেকে বিশেষ ভিন্ন নয়। যেটুকু পার্থক্য থাকতে পারে, সেটুকু হ'ল মাত্রার (magnitude)। কতকগুলি মিশনারী এবং পাবলিক



স্কুলের কথা বাদ দিলে বলা যায় বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা আমাদের দেশে মোটেই আশানুরূপ নয়। আমাদের দেশে অর্থনৈতিক অসুবিধা আছে ঠিকই, কিন্তু রাজ্যে এবং কেন্দ্রে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থায় যেসব উন্নতির প্রচেষ্টা করা হয়েছে, তা শেষ পর্যন্ত শ্রেণীকক্ষে পৌঁছায়নি। এর জন্য মূলতঃ দায়ী সর্বস্তরে সদিচ্ছার অভাব।

বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার বিশেষ বিশেষ গুণিগুণ স্পর্কে নীচে আলোচনা করা হ'ল।

॥ ১ ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, পরীক্ষাগার, গ্রন্থাগার অধিকাংশ মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে নেই। বিজ্ঞানের যন্ত্রপাতি ক্রয় করবার জন্য কোন বাৎসরিক মঞ্জুরি নেই।

॥ ২ ॥ উচ্চতর মাধ্যমিক শিক্ষাব্যবস্থায় বিজ্ঞান-শাখায় ব্যবহারিক কাজের সুযোগ আছে, কিন্তু মাধ্যমিক স্তরের বিজ্ঞানে ব্যবহারিক কাজের সুযোগ আমাদের দেশে বিশেষ নেই। যেসব ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের ব্যবহারিক কাজের সুযোগ আছে, সেখানে শ্রেণীশিক্ষার সঙ্গে ব্যবহারিক কাজের বিশেষ কোন যোগাযোগ নেই। পশ্চিম বাংলার মাধ্যমিক স্তরে ভৌত বিজ্ঞানে কোন পরীক্ষামূলক কাজের ব্যবস্থা নেই।

॥ ৩ ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য স্পষ্টভাবে উল্লিখিত থাকলেও কার্যতঃ জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্য ছাড়া কোনটাই বাস্তবে রূপায়িত হয় না। ছাত্রদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে ওঠে না। যেসব বিদ্যালয়ে সব ব্যবস্থাই আছে, সেখানেও উদ্দেশ্যগুণগুলির উপর গুরুত্ব দেওয়া হয় না। কোঠারী কমিশন আবিষ্কার ও সমস্যা-সমাধান পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষাদানের কথা বলেছেন। কিন্তু আমাদের বিদ্যালয়ে শিক্ষক “চক এবং মৃৎ” সম্বল করে পড়াতেই অভ্যস্ত। যদিও বা কোন কোন রাজ্যে বিজ্ঞান-শিক্ষায় প্রদর্শন এবং পরীক্ষার ব্যবস্থা থাকে, শিক্ষক সেখানে সময় বাঁচাতে গিয়ে অনেক সময় নিজেই পরীক্ষাগুলি নিষ্পন্ন করেন ছাত্রদের সহযোগিতা গ্রহণ না করে। বিজ্ঞান-শিক্ষায় শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করা হয় না। যদিও বা কোথাও করা হয় সেখানে অপরিষ্কৃতিত এবং উদ্দেশ্যবিহীনভাবে শিক্ষাসহায়ক উপকরণগুলি ব্যবহার করা হয়। বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য প্রয়োজন অনুপাতে সময় দেওয়া হয় না।

॥ ৪ ॥ বিজ্ঞানের পাঠক্রম জীবনোপযোগী বিষয়বস্তুর পরিবর্তে তাত্ত্বিক বিষয়ে পরিপূর্ণ। শ্রেণীতে আলোচনা করবার সময় পরিবেশের উদাহরণের সাহায্যে তত্ত্বগুলি বুঝিয়ে দেবারও চেষ্টা হয় খুবই কম। পাঠক্রমের বিষয়বস্তুগুলিও মনস্তাত্ত্বিক ভিত্তিতে সজ্জিত নয়। পাঠক্রম-রচনায় বিজ্ঞান-শিক্ষকের প্রতিনিধিত্ব অপেক্ষাকৃত কম।

॥ ৫ ॥ পাঠ্য পুস্তকগুলির আলোচনা জ্ঞানলাভের পক্ষে অনুপযুক্ত। সরকারী উদ্যোগে মাতৃভাষায় বিজ্ঞানের পাঠ্য পুস্তক রচনা করবার চেষ্টা বিশেষ হয়নি।

॥ ৬ ॥ বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষা পরিদর্শনের জন্য বিশেষধর্মী কোন ব্যবস্থা নেই। পরিদর্শকমন্ডলীতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় অভিজ্ঞ মেধাবী ব্যক্তির সংখ্যাও নগণ্য।

॥ ৭ ॥ বিজ্ঞানে সহ-পাঠক্রমিক কাজের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয় না। UNESCO গ্রীষ্মপ্রধান দেশগুলির বিদ্যালয়ে স্বহস্তে বিজ্ঞানের উপকরণ নির্মাণের যে উপদেশ দিয়েছিলেন, আক্ষরিক অর্থে তা কোথাও পালন করা হয় না।

৥ ৮ ॥ নিম্ন-মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে বিজ্ঞানে অনাভিজ্ঞ এবং নিরুৎসাহী শিক্ষকরাও বিজ্ঞান পড়িয়ে থাকেন। উচ্চ-মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে উচ্চ-মেধাসম্পন্ন বিজ্ঞান-শিক্ষকের খুবই অভাব। বিজ্ঞান-শিক্ষকদেরও উচ্চতর শিক্ষালাভের আশানুরূপ সুযোগ নেই। দেশের শিক্ষক-প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়গুলি বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণে ভীষণভাবে ব্যর্থ হয়েছে। সেখানে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণের নামে অধিকাংশ ক্ষেত্রে কিছু মামূলি বস্তুতা দেওয়া হয় মাত্র। অনেক প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণের জন্য পরীক্ষাগারের ব্যবস্থা নেই। কোথাও কোথাও প্রাক-স্বাধীনতা যুগের প্রশিক্ষণ নতুন মোড়কে দেওয়া হয়।

৥ ৯ ॥ বিদ্যালয়ের শিক্ষাব্যবস্থা থেকে স্পষ্টই প্রতীয়মান হয় বহিঃপরীক্ষায় সাফল্যলাভই বিজ্ঞান-শিক্ষার একমাত্র উদ্দেশ্য। আর সেজন্য অনেক সময় পাঠ্যসূচী অনুসারে পাঠদানের পরিবর্তে সম্ভাব্য প্রশ্নের ভিত্তিতে পাঠদান করা হয়।

৥ ১০ ॥ ঐচ্ছানিক মূল্যায়নের পরিবর্তে বিতর্কিত লিখিত পরীক্ষা-ব্যবস্থা বিজ্ঞান-শিক্ষার এখনও গুরুত্ব পেয়ে চলেছে। তবে আগের থেকে পার্থক্য এইটুকু (যেমন, প্য. বাংলায়) রচনাধর্মী প্রশ্নের সঙ্গে সঙ্গে সংক্ষিপ্ত উত্তরের প্রশ্নও দেওয়া হচ্ছে।

শেষে এই কথা বলা যায়, দেশের অন্যান্য সমস্যার তুলনায় শিক্ষা গুরুত্ব পেয়েছে কম। শিক্ষা বতর্কিত গুরুত্ব পেয়েছে, তার মধ্যে আবার মাধ্যমিক শিক্ষা পেয়েছে অনেক কম; আর মাধ্যমিক শিক্ষার বিজ্ঞান যা পেয়েছে তা খুবই নগণ্য।

### ১৯৮৫ ভারত তথা পশ্চিম বাংলার বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে কয়েকটি প্রস্তাব

বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতির জন্য কেন্দ্র এবং রাজ্য সরকারের পক্ষ থেকে নানাবিধ প্রচেষ্টা সত্ত্বেও বিজ্ঞান-শিক্ষা অধিকাংশ ক্ষেত্রে তত উন্নত নয়। বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতিকল্পে নিম্নলিখিত কয়েকটি প্রস্তাব বিবেচনা করে দেখা যেতে পারে।

৥ ১ ॥ শিক্ষক-প্রশিক্ষণ—মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষকদের জন্য আরও উপযোগী প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করতে হবে। শিক্ষকদের জন্য মাঝে মাঝে রিফ্রেশার এবং স্বল্প সময়ের শিক্ষার (condensed course) ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। আধুনিক বিজ্ঞানে আবিষ্কার সম্পর্কে শিক্ষকদের ওয়াকিবহাল করতে হবে। স্বল্প মূল্যে বা বিনামূল্যে শিক্ষকদের বিজ্ঞানের জার্নাল পরিবেশনের দায়িত্ব সরকারকে নিতে হবে। ট্রেনিং কলেজগুলির বিজ্ঞান-প্রশিক্ষণের মান উন্নয়ন করতে হবে এবং বিজ্ঞানের অধ্যাপকদের যোগ্যতাবৃদ্ধির সুযোগ দিতে হবে।

৥ ২ ॥ স্থানীয় বিদ্যালয়গুলির মধ্যে মত-বিনিময়—স্থানীয় বিদ্যালয়গুলির বিজ্ঞান-শিক্ষকদের মাঝে মাঝে মত-বিনিময়ের সুযোগ দেওয়া প্রয়োজন। মত-বিনিময়ের ফলে শিক্ষকগণ বিজ্ঞান-শিক্ষার সমস্যা-সমাধানের সুযোগ পাবেন। স্থানীয়

বিদ্যালয়গুলি জোট ( complex ) বা সমবায় ভিত্তিতে বিজ্ঞান-সম্পর্কিত ফিল্ম, দামী শিক্ষা-উপকরণ সংগ্রহ ক'রে বিজ্ঞান-শিক্ষার উন্নতি বিধান করতে পারেন।

॥ ৩ ॥ প্রতিভাবান বিজ্ঞান-শিক্ষক নিয়োগ—অধিক সুযোগ-সুবিধা ও বেতনের ব্যবস্থা ক'রে প্রকৃত প্রতিভাবান ও পরিণত বিজ্ঞান-শিক্ষক নিয়োগ করতে হবে। নিন্ম-মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের অননুমোদিত পদে অন্ততঃ এক বা দু'জন বিজ্ঞান-শিক্ষক নিয়োগ করতে হবে।

॥ ৪ ॥ ব্যবহারিক ও সহপাঠক্রমিক কাজের সুযোগ—প্রত্যেক বিদ্যালয়ে পরীক্ষাগার ও বিজ্ঞান-শিক্ষার যন্ত্রপাতির ব্যবস্থা করতে হবে এবং ব্যবহারিক কাজে উৎসাহ দিতে হবে। মামুলি পরীক্ষার পরিবর্তে অননুসন্ধানমূলক কাজে উৎসাহ দিতে হবে। নিজ হাতে বাড়ীতে এবং বিদ্যালয়ে বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি নির্মাণে উৎসাহ দিতে হবে। এজন্য প্রতিটি বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-ক্লাব স্থাপন করতে হবে। বিজ্ঞান-ক্লাবগুলি স্থাপনের জন্য সরকারী অনুদানের প্রয়োজন। অপেক্ষাকৃত কম খরচে বিজ্ঞান বুলেটিন, ম্যাগাজিন ও মিউজিয়াম পরিকল্পনা করা সম্ভব। দেশের বিজ্ঞান-মিউজিয়াম ও বিজ্ঞান-পরিষদ এ ব্যাপারে সাধ্যানুযায়ী সাহায্য করবেন।

॥ ৫ ॥ বিজ্ঞান-অনুরাগী প্রধান শিক্ষক এবং পরিদর্শক নিয়োগ—বিদ্যালয়ের প্রধান এবং সহকারী প্রধান শিক্ষকের বিজ্ঞান-অনুরাগী হওয়া প্রয়োজন। নতুন নিয়োগের ক্ষেত্রে প্রধান ও সহকারী প্রধান শিক্ষক এবং বিদ্যালয় পরিদর্শকপদে বিজ্ঞান-শিক্ষিত প্রার্থীদের অগ্রাধিকার দিতে হবে। বিদ্যালয়ের পরিচালকমণ্ডলীতে বিজ্ঞান-শিক্ষিত বিশেষতঃ বৈজ্ঞানিক বৃত্তিধারী ব্যক্তিদের জন্য ( Medical Practioner ছাড়াও ) অন্ততঃ একটি সদস্য-পদ সংরক্ষিত করতে হবে।

॥ ৬ ॥ বহির্ভ্রমণের ব্যবস্থা—প্রকৃতি ও পরিবেশের সঙ্গে প্রত্যক্ষ সংযোগক্ষার জন্য মাঝে মাঝে নিকটবর্তী, সম্ভব হলে দূরবর্তী স্থানে ভ্রমণের ব্যবস্থা করতে হবে। এই ভ্রমণের মাধ্যমে প্রকৃতি-পরিবেক্ষণ এবং নমুনা সংগ্রহ করতে শিখবে ছাত্ররা। বিশেষতঃ, পল্লী-অঞ্চলে নিকটবর্তী কোন ফ্যাক্টরি, ওয়ার্কশপ কিংবা ক্ষুদ্র শিল্প সংস্থার মাঝে মাঝে ছাত্রদের নিয়ে গিয়ে বৈজ্ঞানিক ব্যবস্থাপনার সঙ্গে পরিচয় করাতে হবে।

॥ ৭ ॥ উপযুক্ত পাঠক্রম, পাঠ্যপুস্তক এবং গ্রন্থাগারের ব্যবস্থা—বিজ্ঞানের উপযুক্ত পাঠক্রম ও পাঠ্যপুস্তক রচনায় বিশিষ্ট বৈজ্ঞানিক এবং গবেষক ছাড়াও আরও অধিক সংখ্যায় বিজ্ঞান-শিক্ষক এবং শিক্ষারতীর সহযোগিতা প্রয়োজন। বিদ্যালয়ের গ্রন্থাগার উন্নত করতে হবে। বিজ্ঞানের বিভিন্ন ধরনের পুস্তকের সংগ্রহ রাখতে হবে।

॥ ৮ ॥ জীবনকেন্দ্রিক শিক্ষা-ব্যবস্থা—উচ্চতর শিক্ষার প্রস্তুতি হিসাবে বিজ্ঞান না পড়িয়ে পরিবেশ সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা সৃষ্টি করবার এবং সমসাময়িক যুগে মানব কল্যাণে বিজ্ঞানের অবদান সম্পর্কে অবহিত করবার এবং প্রাত্যহিক জীবনে বিজ্ঞানের জ্ঞানকে প্রয়োগ করতে উৎসাহ দেবার উদ্দেশ্য নিয়ে বিজ্ঞান পড়ানো উচিত।

॥ ৯ ॥ সম্ভবমত উন্নততর উপকরণসমূহের ব্যবহার—সাধ্যমত বিজ্ঞান



বিষয়ক চলচ্চিত্র রেকর্ড, বেতার ও টেলিভিশনের মাধ্যমে শ্রেণী-শিক্ষার উৎকর্ষ বৃদ্ধি করা যেতে পারে।

॥ ১০ ॥ পাঠক্রমের নমনীয়তা—প্রয়োজন অনুসারে পাঠক্রমের পরিবর্তন করে পাঠদান করতে বলেছেন অনেক শিক্ষাবিদ। আমাদের দেশে সেটা সম্ভব না হলেও স্বর্ষ থেকে অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত বহিঃপরীক্ষার ব্যবস্থা না থাকার জন্য এই শ্রেণীগুলিতে শিক্ষক প্রয়োজন অনুসারে পাঠক্রম পরিবর্তন করার সুযোগ পেতে পারেন। পাঠক্রমে না থাকলেও উপযুক্ত উদাহরণ সহকারে জ্ঞানকে কার্যকর করে তুলতে পারেন।

॥ ১১ ॥ বহিঃপরীক্ষার উপর নির্ভরতা কমান—শিক্ষা শুধুমাত্র বহিঃপরীক্ষা-নির্ভর হলে, পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হবার উদ্দেশ্য সব থেকে বড় হয়ে দাঁড়ায়। সেজন্য শিক্ষককৃত মূল্যায়নের উপর গুরুত্ব দেবার ব্যবস্থা করতে হবে। শিক্ষার্থীর সহ-পাঠ্যক্রমিক ও প্রজেক্টধর্মী কাজকে মূল্যায়নের অন্তর্ভুক্ত করতে হবে।

॥ ১২ ॥ ব্যবহারিক কাজে গুরুত্ব দিতে হবে—মাধ্যমিক ভেত বিজ্ঞানে অনেক ক্ষেত্রে ব্যবহারিক কাজের সুযোগ নেই। [কিন্তু অতিরিক্ত পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন প্রভৃতিতে আছে। অবশ্য অতিরিক্ত পাঠক্রমে ব্যবহারিক কাজের উপর বহিঃপরীক্ষার সুযোগ নেই]। সে সুযোগ করে দিতে হবে সব ক্ষেত্রে।

॥ ১৩ ॥ শিক্ষার্থীর দল-বিভাজন—মনস্তত্ত্বনির্ভর শিক্ষার সুযোগ দিতে হলে শিক্ষার্থীদের মোটামুটি দু' ভাগে ভাগ করা প্রয়োজন। অধিক মেধাসম্পন্ন ছাত্রদের অধিক কাজ ও শিক্ষার সুযোগ দিতে হবে।

॥ ১৪ ॥ দেশের কৃষ্টির ভিত্তিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা—পাশ্চাত্য বিজ্ঞান-শিক্ষাপদ্ধতি হ্রুবহু অনুসরণ করে ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা করলে তার ফল ভাল হতে পারে না। দেশের কৃষ্টি এবং আধ্যাত্মিকতার পরিপ্রেক্ষিতে বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা করতে হবে। ভারতের বিভিন্ন যুগের বৈজ্ঞানিকদের জীবনাদর্শ, দেশের প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্য এবং অর্থনৈতিক ও ধর্মীয় ভাবধারা যেন বিজ্ঞান-শিক্ষার মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হতে পারে, সেটা দেখতে হবে।

## ২। আধুনিক জীবনে বিজ্ঞান-শিক্ষণের মূল্য ( Values of Science Teaching in Modern Life )

মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের পাঠক্রমে সেই বিষয়গুলির স্থান পাওয়া উচিত যোগ্য শিক্ষার্থী ব্যক্তিগত ও সামাজিক জীবনের চাহিদাগুলি পূরণ করতে সক্ষম। বিজ্ঞানকে কেন পাঠক্রমে স্থান দেওয়া হয় তার জন্য শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত ও সামাজিক জীবনে বিজ্ঞান শিক্ষার মূল্য কতটুকু যাচাই করে দেখতে হবে। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে, বিজ্ঞান-শিক্ষণের সঠিক পদ্ধতিগুলি আয়ত্ত করবার পূর্বে প্রত্যেক বিজ্ঞান শিক্ষককে বিজ্ঞান-শিক্ষণের মূল্যগুলি সম্পর্কে অবশ্যই অবহিত হওয়া প্রয়োজন। তিনি যদি বুঝতে পারেন জনজীবনে বিজ্ঞানের জ্ঞান অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ তাহলে নিশ্চয় সফল এবং উৎসাহিত হতে পারবেন।

বিজ্ঞানকে পাঠক্রমে অন্তর্ভুক্ত করা সম্পর্কে সবচেয়ে জোরালো প্রবক্তা ছিলেন ইংল্যান্ডের হার্বার্ট স্পেনসার। তিনি তাঁর “কোন জ্ঞান সবচেয়ে বেশী উপযোগী” গ্রন্থে পাঠক্রমে বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্তি সম্পর্কে বলতে গিয়ে বিজ্ঞানকে ইংল্যান্ডের এককালের সেরা সুন্দরী গৃহবতী মহিলা সিংডারেলার তুলনা করে বলেছেন—কুৎসিৎ এবং অহংকারী ভগ্নীপুত্রের অবহেলা এবং চরমাতিকে নস্যং করে সিংডারেলা যেমন জনসমক্ষে যোগ্য আসন পেয়েছিলেন তেমনি জ্ঞানের জগতের একনিষ্ঠ সেবক হয়েও যে বিজ্ঞান আজ শৃঙ্খল গৃহ-ভূতের মর্যাদা পায় সে একদিন সম্মানের উচ্চ শিখরে উঠবেই। এ বক্তব্য ১৯৬১ সালের। আজকের অবস্থার দিকে তাকালে এ বক্তব্যের সত্যতা সহজেই উপলব্ধি করা যাবে। ১৯৫৮ সালে ভারত সরকার ঘোষণা করেছেন, “শিক্ষা-দীক্ষা, মৌলিক চিন্তাধারা ও উন্নত কৃষ্টির ঐতিহ্যবাহী ভারতের মত একটি দেশের পবিত্র কর্তব্য হ’ল আজকের মানুষ্যের সম্ভবতঃ শ্রেষ্ঠ কীর্তি এই বিজ্ঞানের অগ্রগতিতে অংশগ্রহণ করা।”<sup>১</sup>

মাধ্যমিক শিক্ষা কমিশন (১৯৫২-’৫৩) মাধ্যমিক স্তরের প্রত্যেক ছাত্রের জন্য সাধারণ বিজ্ঞান আবশ্যিক করতে বলেছিলেন। কোঠারী কমিশন (১৯৬৪-’৬৬) একটু বেশী বললেন, “ভারতীয় কৃষ্টি ও জীবনবোধে পরিপুষ্ট বিজ্ঞানই একমাত্র ভারতীয় জীবনে প্রগতি ও নিরাপত্তা এনে দিতে পারে।” তার চেয়েও বেশী বললেন ব্রিটিশ পরমাণু বিজ্ঞানী বার্নাল—“বিজ্ঞানকে পাঠক্রমের কেন্দ্রে স্থান দিতে হবে”।

যেসব মূল্যের ভিত্তিতে বিজ্ঞানকে পাঠক্রমে স্থান দেওয়া হয়, সেগুলির মধ্যে—

- মুখ্য হ'ল—(১) ব্যবহারিক মূল্য ( **Utilitarian Values** )  
 (২) শৃঙ্খলাগত মূল্য ( **Disciplinary Values** ),  
 (৩) কৃষ্টিগত মূল্য ( **Cultural Values** ) ।  
 গৌণ হ'ল—(১) নৈতিক মূল্য ( **Moral Values** ),  
 (২) সৌন্দর্যগত মূল্য ( **Aesthetic Values** ),  
 (৩) বৃত্তিগত মূল্য ( **Vocational Values** ),  
 (৪) সঞ্চালনগত মূল্য ( **Transfer Values** ) ।

গৌণ মূল্যগুলি মুখ্য মূল্যের অঙ্গ-বিশেষ ।

## ॥ আলোচনা ॥

### ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার মুখ্য মূল্যগুলি ॥

ব্যবহারিক মূল্য ( **Utilitarian Values** ) : আজকের ব্যক্তি ও সমাজ-জীবন প্রযুক্তিমূলক বিজ্ঞানের সঙ্গে অচ্ছেদ্য বন্ধনে বাঁধা । পল্লীগ্রামে কিংবা শহরে, ঘরে কিংবা বাইরে, কর্মে অথবা অবসর-নিমোননে, জন্মগ্রহণে কিংবা মৃত্যুশয্যা, কৃষি অথবা শিল্পে বিজ্ঞানের উপর আমরা বড় বেশী নির্ভরশীল । পরিবেশের সাথে সংগতি বিধানে এবং পরিবেশের সম্পদকে কাজে লাগিয়ে সামাজিক ও অর্থনৈতিক উন্নয়নে বিজ্ঞান মানুষকে সাহায্য করেছে । বিজ্ঞানের নিত্য-নতুন আবিষ্কারের সঙ্গে সঙ্গে বিজ্ঞানকে মানুষের সেবায় প্রয়োগ করার চেষ্টা চলছে অবিরত । বিজ্ঞান কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে মানুষকে সেবা করেছে ?

কৃষি—বেঁচে থাকবার প্রধান উপকরণ খাদ্য-উৎপাদনে বিজ্ঞান চাষীকে দিয়েছে ট্রাক্টর, সেচের উন্নত প্রথা—রিভারলিস্ট, গভীর নলকূপ, উন্নতমানের বীজ ও রাসায়নিক সার, কীট-নাশক ঔষধ, প্লাবনরোধে বাঁধের ব্যবস্থা । উষ্ম মরুভূমিতেও তাই আজ ফসল ফলে । গবাদি পশুর রক্ষণাবেক্ষণে উন্নততর ব্যবস্থা করে দিয়েছে বিজ্ঞান । স্যাটেলাইটের আবহাওয়া-বার্তা কৃষক ও তৎসহ জনজীবনকে পূর্বাঙ্কে সচেতন করতে সাহায্য করে । হিমঘরের সাহায্যে কৃষিজাত পণ্য ও খাদ্য-সংরক্ষণের ব্যবস্থা আজ সম্ভব হয়েছে । এইভাবে বিজ্ঞান কৃষির উন্নয়ন তথা খাদ্য সমস্যা-সমাধানে মানুষকে সাহায্য করেছে ।

চিকিৎসা : মানুষের দেহ কিভাবে গঠিত, দেহের পদুর্ভি ও বান্ধির জন্য কিরূপ খাদ্যের প্রয়োজন, কি কারণে রোগ হয় এবং রোগ নিরাময়ের ঔষধ কি—সবই বিজ্ঞানের অবদানে জানা সম্ভব হয়েছে । সংক্রামক ও বংশানুক্রমিক ব্যাধির হাত থেকে মানুষকে মুক্তি দিয়েছে বিজ্ঞান । শঙ্কু, কুষ্ঠ, কলেরা, টাইফয়েড আজ এমন কিছুই নয় । প্রসূতি ও নবজাতকের প্রাণ আজ নিশ্চিত । যন্ত্রণাবিহীন অস্ত্রোপচার, ফুসফুস, মস্তিষ্ক, হৃদযন্ত্র-সংস্থাপনের কৌশল মানুষকে দীর্ঘ জীবনের সুযোগ দিয়েছে । D. D. T., ফিনাইল, বেনজিনের সাহায্যে আজ রোগ-জীবাণু দূর করা সম্ভব । জন্ম-নিয়ন্ত্রণ ও স্বাস্থ্যসম্মত পরিবেশ-গঠনে বিজ্ঞান মানুষকে সাহায্য করেছে ।



**পরিবহণ ও যোগাযোগ ব্যবস্থা :** শ' দশকের বছর আগে জেমস ওয়াট বাষ্পীয় এঞ্জিন আবিষ্কার করে যন্ত্রযুগের প্রবর্তন করলেন। তারপর বয়লার ও রেলের প্রচলন হ'ল। এখন পৃথিবীর এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে দ্রুত যোগাযোগ-স্থাপনে ও বার্তা-বিনিময়ে বিজ্ঞান এগিয়ে এসেছে। বার্তা-বিনিময়ে রেডিও, টেলিভিশন মাইক্রোওয়েভ টেলিফোন, টেলিপ্রিন্টার; পরিবহণে জেট প্লেন, মোটর, রেলগাড়ী, জাহাজ, সাবমেরিন সাহায্য করছে। দিকে দিকে রাস্তা, রেলপথ ও বিমানবন্দর তৈরি হয়েছে। মহাকাশ-গবেষণায় মানদুষ্ চাঁদ, শূন্য ও মঙ্গল গ্রহের সঙ্গে যোগাযোগ-স্থাপনে সমর্থ হয়েছে।

**শক্তি :** বায়ু ও কাঠকে কাজে লাগিয়ে যখন শক্তি-সমস্যার সমাধান হ'ল না, বিজ্ঞান এনে দিল খনিজ শক্তি হিসাবে কয়লা, তেল ও গ্যাস। জলপ্রপাতকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হ'ল। চাহিদা আরও যখন বৃদ্ধি পেতে লাগল, তখন ব্যবস্থা হ'ল পারমাণবিক ও সৌর শক্তি ব্যবহারের। গ্রাম পর্যায়ে গোবর-গ্যাস প্লান্টে শক্তি-উৎপাদনের চেষ্টা চলছে।

**শিল্প :** দশ বছর আগে শূন্য মাত্র তামা, টিন, দস্তা, সীসা প্রভৃতি ধাতুর ব্যবহার জানা ছিল। কিন্তু আজ যেমন সব ধাতু আবিষ্কার হয়েছে, তেমনি ধাতু নিকাশনের উন্নত পদ্ধতি এবং ধাতুভিত্তিক শিল্পও গড়ে তোলা হয়েছে। বিভিন্ন ধাতুর সংমিশ্রণে নানা ধরনের যন্ত্রাংশ ও ব্যবহার্য দ্রব্য তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। বিভিন্ন প্রাকৃতিক সম্পদকে ভিত্তি করে গড়ে উঠেছে রাসায়নিক ও কারিগরী শিল্প।

**নতুন নতুন ব্যবহার্য বস্তু :** চীনা মাটি, সিলিকা, স্টেনলেস স্টীল, বিভিন্ন ধরনের কাঁচ, সিমেন্ট ও কংক্রিটের আবিষ্কারে ঘর-বাড়ী, বহুতল অট্টালিকা, যন্ত্রপাতি ও নানা ধরনের পাত্র ও মূর্তি তৈয়ারি করা সম্ভব হয়েছে। প্রকৃতির ভান্ডার থেকে অথবা কৃত্রিম উপায়ে আজকের বিজ্ঞান প্রায় পাঁচ লক্ষেরও অধিক বস্তুর সন্ধান পেয়েছে। বর্তমানে কৃত্রিম উপায়ে ঔষধ, স্নগন্ধী, সাবান, তেল, রঙ, পেণ্ট, নীল, কর্পূর ইত্যাদি তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। ঘরে ঘরে কৃত্রিম বস্তু হিসাবে সেলুলয়েড, প্লাস্টিক, পলিথিন, কৃত্রিম রাবার, সিল্ক, রেয়ন, নাইলন প্রভৃতি দৈনন্দিন কাজে ব্যবহৃত হচ্ছে।

**পারিবারিক জীবন ও সুখ-সামগ্রী :** বিজ্ঞানের অনুগ্রহে মানদুষ্ খড় ও ইট-সুদূরীকর পরিবর্তে টিন, অ্যাসবেস্টসের পাত, কংক্রিট, ফেরো কংক্রিট ব্যবহার করে বহুতল গৃহনির্মাণে সমর্থ হয়েছে। শীততাপ-নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থায় ঘরের উষ্ণতা ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। বৈজ্ঞানিক ব্যবস্থায় শহরে জল সরবরাহ করা সম্ভব হয়েছে। প্রাকৃতিক স্দ্রুতী বা সিল্ক ছাড়াও কৃত্রিম সিল্ক, রেয়ন, নাইলন, টেরিলিন ইত্যাদির জামাকাপড় এবং কৃত্রিম প্লাস্টিক ও সেলুলয়েডের তৈরি জিনিষ নিত্য-ব্যবহার্যের অন্তর্ভুক্ত। সামান্য সংগতি-সম্পন্ন মানদুষের ঘরেও আজ বৈদ্যুতিক পাখা, রেডিও, হিটার, ইস্ত্রী, বাতি প্রভৃতি দেখা যায়।

**অন্যান্য :** শূন্য কি এই সব? বিজ্ঞানের জন্য মানদুষ্ পেয়েছে নতুন বৃত্তি ও শিক্ষার সুযোগ। শত্রুর বিরুদ্ধে লড়াই-এর জন্য পেয়েছে সময়-উপকরণ। বিজ্ঞান আজ মানদুষের কাছে আশীর্বাদ।

কেউ-কেউ বিজ্ঞানকে অভিশাপ বলেন। সে প্রশ্ন অবশ্য বিজ্ঞানের আবিষ্কার

সম্পর্কে ওঠে না, ওঠে বিজ্ঞানের প্রয়োগকে কেন্দ্র করে। আমেরিকার ন্যা ইয়র্ক বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক J. D. Barnard এ প্রসঙ্গে স্মরণ করিয়ে দিলেন—  
 “Through practical applications of Scientific discovery our civilisation is undergoing constant changes. In turn, these changes bring about situations which threaten the well-being of the future generations. The welfare of our civilisation is now almost wholly dependent upon scientific progress. Society must respond with adequate and intelligent control.”<sup>১</sup> এর ভাবার্থ হল—বিজ্ঞান-প্রয়োগের ফলে সমাজ-জীবনে দারুণ পরিবর্তন এসেছে। কিন্তু কিছুর পরিবর্তন মানুষের কল্যাণের পরিপন্থী। সুতরাং বিজ্ঞানের ব্যবহারে যথেষ্ট বুদ্ধির পরিচয় দিতে হবে।

৥ শৃংখলাগত মূল্য (Disciplinary Values) বা বৌদ্ধিক মূল্য (Intellectual Values) ৥

—প্রাচীন মানসিক শক্তিতত্ত্ব (Faculty Psychology) অনুযায়ী শৃংখলা (Discipline) বলতে মনের কয়েকটি বিভাগকে বোঝায়। মনের এই বিভাগগুলি হল যুক্তিশক্তি (Reasoning), কল্পনাশক্তি (Imagination), বিচার শক্তি (Judgement), চিন্তনশক্তি (Thinking) ইত্যাদি। যে বিষয় পাঠে কোন ব্যক্তির যুক্তিশক্তি, বিচারশক্তি, কল্পনাশক্তি, চিন্তন শক্তি ইত্যাদির ক্ষুরণ হয় এবং ব্যক্তির বাক্তিত্ব গড়াবলীর বিকাশ ঘটে, সেই বিষয়টির শৃংখলাগত মূল্য আছে বলে স্বীকার করা হয়। নিম্নের আলোচনা থেকে স্পষ্ট হবে যে বিজ্ঞানেরও শৃংখলাগত মূল্য আছে।

(১) রহস্য ঘেরা এই বিশ্ব প্রকৃতির সব কিছুই হল দুর্লভ্য নিয়মের অধীন। বিজ্ঞান প্রকৃতির রহস্য উন্মোচন করে সেই নিয়মকে জানবার চেষ্টা করে এবং কার্য ও কারণের সম্পর্ক নির্ণয় করে। তাই সার্থকভাবে বিজ্ঞানের অনুশীলন করতে হলে কয়েকটি নির্দিষ্ট নিয়ম বা স্তর অনুসরণ করতে হয় যেমন :

প্রথমতঃ, সমস্যাকে যথাযথ অনুধাবন করতে হবে ; দ্বিতীয়তঃ, সমস্যা সমাধানের সম্ভাব্য উপায়গুলি নির্ধারণ করতে হবে ; তৃতীয়তঃ, সেই উপায় অনুযায়ী তথ্য সংগ্রহ করতে হবে এবং চতুর্থতঃ তথ্যের বিশ্লেষণ করে নৈর্ব্যক্তিক সিদ্ধান্তে উপনীত হতে হবে।

বিজ্ঞান অনুশীলনের এই নিয়ম বা স্তরগুলিকে বলা হয় বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি (scientific Method)। বিজ্ঞানের অনুশীলনে এই স্তরগুলি অনুসরণ করতে গিয়ে শিক্ষার্থীর যুক্তি, বিচারক্ষমতা, চিন্তা, পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতার উন্মেষ ঘটে।

(২) বিজ্ঞান পাঠ, পরীক্ষাগারের কাজ এবং বিভিন্ন সমস্যা সমাধানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে ব্যক্তিত্বের কতকগুলি বাক্তিত্ব গড়াবলী যেমন ধৈর্য, অধ্যবসায়, সত্যনিষ্ঠা, অজ্ঞানাকে জানবার আগ্রহ, আত্মসংযম, আত্মনির্ভরতা, পরমত সহিষ্ণুতা প্রভৃতির বিকাশ ঘটে।

১. 59th Year Book Part I, Rethinking Science Education, 1960, National Society for the Study of Education, P. 17.

(৩) বিজ্ঞানের সত্যগুলি নৈর্ব্যক্তিক এবং পরীক্ষা-নির্ভর। বিজ্ঞানের সত্য সম্পর্কে অনিশ্চয়তা দেখা দিলে তা পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়ে পড়ে এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলে প্রতিষ্ঠিত হয় নতুন সত্য। বিজ্ঞানের এই আদর্শ বিজ্ঞান সাধককে নিরপেক্ষ হতে, সংস্কারমুক্ত উদার দৃষ্টিভঙ্গী গঠন করতে এবং বিনয়ী ও নম্র হতে সাহায্য করে।

যিনি বিজ্ঞানের আদর্শে দীক্ষিত তিনি কোন দর্বলতা, পক্ষপাতিত্ব বা সংস্কার বশতঃ কোন ঘটনাকে সত্য বলে মেনে নেবেন না। বরং যাচাই করেই সেটা মেনে নেবেন। অপরের মতামত ও বিরূপ সমালোচনা বথেষ্ট গ্রন্থা ও আন্তরিকতার সঙ্গে গ্রহণ করে তিনি যাচাই করবেন। তাঁর নিজের কোন গ্রন্থি থাকলে অকপটে স্বীকার করবেন এবং গ্রন্থি সংশোধনে আগ্রহী হবেন। প্রকৃত বৈজ্ঞানিক কে? যার নামের পাশে দেশ বিদেশের অনেকগুলি উচ্চতর বিজ্ঞানের ডিগ্রী আছে তাঁকে কি প্রকৃত বৈজ্ঞানিক বলা যাবে? না যাবে না। কোন সমস্যা-সম্মাধানের পদ্ধতি দেখে বোঝা যাবে কে বৈজ্ঞানিক, কে বৈজ্ঞানিক নয়। যিনি প্রকৃত বৈজ্ঞানিক হবেন তাঁর সত্যের প্রতি অবিচল আস্থা, সত্যানুসন্ধানের আগ্রহ, মানসিক সততা, সহযোগিতার মনোভাব এবং মতামত প্রকাশে বিনয় ও নম্রতা থাকবে।

(৪) বিজ্ঞানের নিয়মিত অধ্যয়ন বা পরীক্ষার মধ্য দিয়ে কতকগুলি অভ্যাস গঠিত হয় যেমন—নিয়মিত অধ্যয়ন, নৈপুণ্য সহকারে পরিমাপ, ধারাবাহিক কাজের অভ্যাস ইত্যাদি।

উপরের আলোচনা থেকে দেখা গেল বিজ্ঞানের অনুশীলনের ফলে শিক্ষার্থী বুদ্ধি, বিচারক্ষমতা, বিভিন্ন ধরনের চারিত্রিক গুণাবলী ও অভ্যাস অর্জন করে। পক্ষান্তরে এইগুলি শিক্ষার্থীর মধ্যে শৃঙ্খলাবোধ সৃষ্টি করে। এই শৃঙ্খলাবোধ শিক্ষার্থীর শিক্ষাক্ষেত্রে, পরিবারে, কর্মক্ষেত্রে, রাজনীতিতে এক কথায় সমাজ জীবনে অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। শিক্ষার্থীকে সুনামগরিব হিসাবে গড়ে তুলতে এবং সচ্ছন্দ জীবন যাপনে উৎসাহ করতে বিজ্ঞানের শৃঙ্খলাগত মূল্যের প্রভাব অনস্বীকার্য।

## II কৃষ্টিগত মূল্য ( cultural values )

উন্নত জীবন যাপনের প্রচেষ্টায় বিভিন্ন যুগের মানুষকে নতুন নতুন চিন্তা ভাবনা এবং সৃজনশীল কাজে উৎসাহ দান করতে, সেগুলিকে যথাযথ প্রকাশ করতে, বিভিন্ন যুগের মানুষের আশা-আকাংক্ষা, সুখ-শান্তি ও দুঃখ-বেদনাকে প্রতিফলিত করতে, জীবনের নানাবিধ সমস্যার সম্মাধানের পথ নির্দেশ করতে এবং এক যুগের মানুষের সাথে পরবর্তী যুগের পরিচয় ঘটানোতে যে বিষয় সক্রিয় ভূমিকা পালন করে সে বিষয়টির যথাযথ কৃষ্টিগত মূল্য আছে। এই দৃষ্টিভঙ্গীতে বিচার করলে দেখা যায় শিল্প, চারুকলা, সঙ্গীত, সাহিত্য প্রভৃতি বিষয়গুলির কৃষ্টিগত মূল্য আছে। কিন্তু বিজ্ঞানের কৃষ্টিগত মূল্য উক্ত বিষয়গুলির তুলনায় কোন অংশেই কম নয় কারণ—

(ক) বিজ্ঞান হ'ল মানুষের উন্নত চিন্তাধারা ও সৃজনী প্রতিভার জয়যাত্রার ইতিহাস—বন্যজীবন থেকে সভ্যজীবনে উত্তরণের পথে মানুষ একদিন শূন্য করেছিল



প্রকৃতিকে জানতে এবং নিজের সমস্যা-সমাধানে কাজে লাগাতে। তার এই মহৎ প্রচেষ্টার মধ্যেই বিজ্ঞানের বীজ স্ফুট ছিল। মানুষ আগুনের ব্যবহার শিখল। ব্যবিলনীয় এবং মিশরীয়রা তাদের চিন্তার উৎকর্ষকে জ্যোতির্বিজ্ঞানে, পিরামিড গঠনে এবং চাঁকৎসা-বিজ্ঞানে প্রয়োগ করল। অ্যারিস্টটল জীবন বিজ্ঞানের ভিত্তি প্রস্তর স্থাপন করলেন, আর্কিমিডিস আবিষ্কার করলেন পদার্থবিদ্যার প্রাথমিক সূত্র এবং যন্ত্রপাতি। এইভাবেই বিজ্ঞানের ইতিহাস শুরুর হ'ল, সেই সঙ্গে শুরুর হ'ল মানুষের চিন্তা ভাবনা ও সৃজনী প্রতিভার জয়যাত্রার ইতিহাস। সেই ইতিহাসের গতি আজও অব্যাহত।

(খ) বিজ্ঞান হ'ল অতীত অভিজ্ঞতার সংরক্ষক এবং বর্তমানের প্রেরণা— অতীতের বিভিন্ন যুগে মানুষের চিন্তাধারা এবং কর্মপদ্ধতিতে যেসব পরিবর্তন এসেছে বিজ্ঞান সেগুলিকে যথাযথভাবে সংরক্ষণ করে বর্তমান যুগের মানুষের কাছে উপস্থাপিত করে এবং বর্তমানের মানুষের কর্ম ও চিন্তাধারাকে প্রভাবিত ও অনুপ্রাণিত করে। আজকের আলোক-বিজ্ঞানীকে উৎসাহিত করবার জন্য এবং নতুন পথ নির্দেশ দেবার জন্য বিজ্ঞান তাঁর কাছে উপস্থাপিত করে নিউটন, হাইগেন, ইয়ঙ্ক, মাইকেলসন, ম্যাক্সওয়েল, প্ল্যাংক প্রমুখ বৈজ্ঞানিকদের অভিজ্ঞতার ইতিহাস। তেমনিভাবে রসায়ন বিজ্ঞানীর কাছে উপস্থিত করে ডালটন, গেল্ডসাক, বার্জেলিয়াস, অ্যাভোগাড্রো, চার্লস, রয়েরলের অভিজ্ঞতা ও চিন্তাধারার ইতিহাস।

(গ) বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টা মানুষের সমাজ বন্ধনকে দূর করে—কোন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে ব্যক্তি বিশেষের নাম উল্লেখ করা হলেও আবিষ্কারের ইতিহাস হ'ল একাধিক ব্যক্তির সম্মিলিত প্রচেষ্টার ইতিহাস। কোন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন যুগে বিভিন্ন জাতি ও ধর্মের মানুষ পারস্পরিক সহযোগিতার ভিত্তিতে গবেষণায় আত্মনিয়োগ করেছে। উদাহরণস্বরূপ—“রামন এফেক্ট” আবিষ্কারে পৃথিকৃত ছিলেন স্যার সি. ভি. রামন। কিন্তু এই আবিষ্কারে তাঁকে সক্রিয় সহযোগিতা করেছিলেন কে. এস. কৃষ্ণন, রামনাথন, ভেংকটেশ্বর ও অনন্ত কৃষ্ণন। স্যার রামন ব্যক্তিগতভাবে লর্ড র্যায়ে, অধ্যাপক কম্পটনের ধারণায় উদ্বুদ্ধ হয়েছেন। সমসাময়িক এবং পরবর্তী যুগে ভারতে এবং বিদেশে তাঁর আবিষ্কারকে কেন্দ্র করে কয়েক হাজার বৈজ্ঞানিক নতুন অভিজ্ঞতার সন্ধান করলেন। রামনের আবিষ্কার সম্পর্গতা পেল। এইভাবে রামন এফেক্ট আবিষ্কারের মধ্য দিয়ে দেশ বিদেশের বিভিন্ন চিন্তাশীল নাগরিকের মধ্যে ভাবগত একা সৃষ্টি হ'ল।

(ঘ) বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার আন্তর্জাতিক একা বিধান করে—একদিন পাশাপাশি দু'টি জেলার মধ্যে ভাষাগত ও সাংস্কৃতিক বাবধান ছিল তীব্রতর। কিন্তু আজ পৃথিবীর এক প্রান্তের মানুষের সঙ্গে আর এক প্রান্তের মানুষের ভাষা, সংস্কৃতি ও ভাবগত বৈষম্য অনেক কমে আসছে। কারণ এই বিজ্ঞান। বিজ্ঞানের আশীর্বাদপুষ্ট উন্নত পরিবহণ ব্যবস্থা এবং বার্তা বিনিময়ের ব্যবস্থা ভৌগোলিক সীমারেখা লঙ্ঘন করে মানুষকে কাছাকাছি এনে দিয়েছে।

(৩) বিজ্ঞানের সত্যগুলি নৈর্ব্যক্তিক এবং পরীক্ষা-নির্ভর। বিজ্ঞানের সত্য সম্পর্কে অনিশ্চয়তা দেখা দিলে তা পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়ে পড়ে এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলে প্রতিষ্ঠিত হয় নতুন সত্য। বিজ্ঞানের এই আদর্শ বিজ্ঞান সাধককে নিরপেক্ষ হতে, সংস্কারমুক্ত উদার দৃষ্টিভঙ্গী গঠন করতে এবং বিনয়ী ও নম্র হতে সাহায্য করে।

যিনি বিজ্ঞানের আদর্শে দীক্ষিত তিনি কোন দর্বলতা, পক্ষপাতিত্ব বা সংস্কার বশতঃ কোন ঘটনাকে সত্য বলে মেনে নেবেন না। বরং যাচাই করেই সেটা মেনে নেবেন। অপরের মতামত ও বিরূপ সমালোচনা বথেষ্ট প্রশ্ণা ও আন্তরিকতার সঙ্গে গ্রহণ করে তিনি যাচাই করবেন। তাঁর নিজের কোন ত্রুটি থাকলে অকপটে স্বীকার করবেন এবং ত্রুটি সংশোধনে আগ্রহী হবেন। প্রকৃত বৈজ্ঞানিক কে? যার নামের পাশে দেশ বিদেশের অনেকগুলি উচ্চতর বিজ্ঞানের ডিগ্রী আছে তাঁকে কি প্রকৃত বৈজ্ঞানিক বলা যাবে? না যাবে না। কোন সমস্যা সমাধানের পদ্ধতি দেখে বোঝা যাবে কে বৈজ্ঞানিক, কে বৈজ্ঞানিক নয়। যিনি প্রকৃত বৈজ্ঞানিক হবেন তাঁর সত্যের প্রতি অবিচল আস্থা, সত্যানুসন্ধানের আগ্রহ, মানসিক সততা, সহযোগিতার মনোভাব এবং মতামত প্রকাশে বিনয় ও নম্রতা থাকবে।

(৪) বিজ্ঞানের নিয়মিত অধ্যয়ন ও পরীক্ষার মধ্য দিয়ে কতকগুলি অভ্যাস গঠিত হয় যেমন—সততা, নৈপুণ্য সহকারে পরিমাপ, ধারাবাহিক কাজের অভ্যাস ইত্যাদি।

উপরের আলোচনা থেকে দেখা গেল বিজ্ঞানের অনুশীলনের ফলে শিক্ষার্থী বুদ্ধি, বিচারক্ষমতা, বিভিন্ন ধরনের চারিত্রিক গুণাবলী ও অভ্যাস অর্জন করে। পক্ষান্তরে এইগুলি শিক্ষার্থীর মধ্যে শৃংখলাবোধ সৃষ্টি করে। এই শৃংখলাবোধ শিক্ষার্থীর শিক্ষাক্ষেত্রে, পরিবারে, কর্মক্ষেত্রে, রাজনীতিতে এক কথায় সমাজ জীবনে অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। শিক্ষার্থীকে সুনাগরিক হিনাবে গড়ে তুলতে এবং সুদৃঢ় জীবন যাপনে উৎসাহ করতে বিজ্ঞানের শৃংখলাগত মূল্যের প্রভাব অনস্বীকার্য।

## ৥ কৃষ্টিগত মূল্য ( cultural values )

উন্নত জীবন যাপনের প্রচেষ্টায় বিভিন্ন যুগের মানুষকে নতুন নতুন চিন্তা ভাবনা এবং সৃজনশীল কাজে উৎসাহ দান করতে, সেগুলিকে যথাযথ প্রকাশ করতে, বিভিন্ন যুগের মানুষের আশা-আকাঙ্ক্ষা, সুখ-শান্তি ও দুঃখ-বেদনাকে প্রতিফলিত করতে, জীবনের নানাবিধ সমস্যার সমাধানের পথ নির্দেশ করতে এবং এক যুগের মানুষের সাথে পরবর্তী যুগের পরিচয় ঘটানোতে যে বিষয় সক্রিয় ভূমিকা পালন করে সে বিষয়টির যথার্থই কৃষ্টিগত মূল্য আছে। এই দৃষ্টিভঙ্গীতে বিচার করলে দেখা যায় শিল্প, চারুকলা, সঙ্গীত, সাহিত্য প্রভৃতি বিষয়গুলির কৃষ্টিগত মূল্য আছে। কিন্তু বিজ্ঞানের কৃষ্টিগত মূল্য উক্ত বিষয়গুলির তুলনায় কোন অংশেই কম নয় কারণ—

(ক) বিজ্ঞান হ'ল মানুষের উন্নত চিন্তাধারা ও সৃজনী প্রতিভার জয়যাত্রা ইতিহাস—বন্যজীবন থেকে সভ্যজীবনে উত্তরণের পথে মানুষ একদিন শূন্য করেছিল

প্রকৃতিকে জানতে এবং নিজের সমস্যা-সমাধান কাজে লাগাতে। তার এই মহৎ প্রচেষ্টার মধ্যেই বিজ্ঞানের বীজ সুপ্ত ছিল। মানুষ আগুনের ব্যবহার শিখল। ব্যাবলনীয় এবং মিশরীয়রা তাদের চিন্তার উৎকর্ষকে জ্যোতির্বিজ্ঞানে, পিরামিড গঠনে এবং চিকিৎসা-বিজ্ঞানে প্রয়োগ করল। অ্যারিস্টটল জীবন বিজ্ঞানের ভিত্তি প্রস্তর স্থাপন করলেন, আর্কিমিডিস আবিষ্কার করলেন পদার্থবিদ্যার প্রাথমিক সূত্র এবং বস্তুপাতি। এইভাবেই বিজ্ঞানের ইতিহাস শুরুর হ'ল, সেই সঙ্গে শুরুর হ'ল মানুষের চিন্তা ভাবনা ও সৃজনী প্রতিভার জয়যাত্রার ইতিহাস। সেই ইতিহাসের গতি আজও অব্যাহত।

(খ) বিজ্ঞান হ'ল অতীত অভিজ্ঞতার সংরক্ষক এবং বর্তমানের প্রেরণা— অতীতের বিভিন্ন যুগে মানুষের চিন্তাধারা এবং কর্মপন্থাভিত্তিতে যেসব পরিবর্তন এসেছে বিজ্ঞান সেগুলিকে যথাযথভাবে সংরক্ষণ করে বর্তমান যুগের মানুষের কাছে উপস্থাপিত করে এবং বর্তমানের মানুষের কর্ম ও চিন্তাধারাকে প্রভাবিত ও অনুপ্রাণিত করে। আজকের আলোক-বিজ্ঞানীকে উৎসাহিত করবার জন্য এবং নতুন পথ নির্দেশ দেবার জন্য বিজ্ঞান তাঁর কাছে উপস্থাপিত করে নিউটন, হাইগেন, ইয়ঙ্ক, মাইকেলসন, ম্যাক্সওয়েল, প্ল্যাংক প্রমুখ বৈজ্ঞানিকদের অভিজ্ঞতার ইতিহাস। তেমনিভাবে রসায়ন বিজ্ঞানীর কাছে উপস্থিত করে ডালটন, গেল্ডসাক, বার্জে'লিয়াস, অ্যাভোগাড্রো, চার্ল'স, রয়েলের অভিজ্ঞতা ও চিন্তাধারার ইতিহাস।

(গ) বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টা মানুষের সমাজ বন্ধনকে দৃঢ় করে—কোন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে ব্যক্তি বিশেষের নাম উল্লেখ করা হলেও আবিষ্কারের ইতিহাস হ'ল একাধিক ব্যক্তির সম্মিলিত প্রচেষ্টার ইতিহাস। কোন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন যুগে বিভিন্ন জাতি ও ধর্মের মানুষ পারস্পরিক সহযোগিতার ভিত্তিতে গবেষণায় আত্মনিয়োগ করেছে। উদাহরণস্বরূপ—“রামন এফেক্ট” আবিষ্কারে পথিকৃত ছিলেন স্যার সি. ভি. রামন। কিন্তু এই আবিষ্কারে তাঁকে সক্রিয় সহযোগিতা করেছিলেন কে. এস. কৃষ্ণন, রামনাথন, ভেংকটেশ্বরন ও অনন্ত কৃষ্ণন। স্যার রামন ব্যক্তিগতভাবে লর্ড র্যায়ে, অধ্যাপক কম্পটনের ধারণায় উৎসাহিত হয়েছেন। সমসাময়িক এবং পরবর্তী যুগে ভারতে এবং বিদেশে তাঁর আবিষ্কারকে কেন্দ্র করে কয়েক হাজার বৈজ্ঞানিক নতুন অভিজ্ঞতার সন্ধান করলেন। রামনের আবিষ্কার সম্পূর্ণতা পেল। এইভাবে রামন এফেক্ট আবিষ্কারের মধ্য দিয়ে দেশ বিদেশের বিভিন্ন চিন্তাশীল নাগরিকের মধ্যে ভাবগত ঐক্য সৃষ্টি হ'ল।

(ঘ) বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার আন্তর্জাতিক ঐক্য বিধান করে—একদিন পাশাপাশি দু'টি জেলার মধ্যে ভাষাগত ও সাংস্কৃতিক বাবধান ছিল। তীব্রতর। কিন্তু আজ পৃথিবীর এক প্রান্তের মানুষের সঙ্গে আর এক প্রান্তের মানুষের ভাষা, সংস্কৃতি ও ভাষাগত বৈষম্য অনেক কমে আসছে। কারণ এই বিজ্ঞান। বিজ্ঞানের আশীর্বাদপুষ্ট উন্নত পরিবহণ ব্যবস্থা এবং বার্তা বিনিময়ের ব্যবস্থা ভৌগোলিক সীমারেখা লঙ্ঘন করে মানুষকে কাছাকাছি এনে দিয়েছে।



(ঙ) বিজ্ঞান সমসাময়িক যুগের জীবনযাত্রার প্রতিবন্ধ—কোন যুগের মানুষের চিন্তাধারা, সংস্কার, বিজ্ঞান অনুশীলনের জন্য মানসিক প্রস্তুতি ও পরিবেশ এবং প্রাত্যহিক জীবনযাত্রায় বিজ্ঞানের প্রয়োগ ইত্যাদির উপর যুগের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতি ও উৎকর্ষ নির্ভর করে। সুতরাং বিজ্ঞানের অগ্রগতির ইতিহাস থেকে জানা যায় কোন যুগের জীবনযাত্রার ইতিহাস। খ্রিস্টীয় দ্বিতীয় শতাব্দী থেকে দ্বাদশ শতাব্দী ইউরোপে এবং নবম শতাব্দী থেকে ঊনবিংশ শতাব্দী পর্যন্ত ভারতে বিজ্ঞানের কোন অনুশীলন হয়নি বললে চলে। এর থেকে বোঝা যায় ঐ দুই দেশে ঐ সময় জনজীবনে বিভিন্ন ধরনের রাজনৈতিক ও সামাজিক অস্থিরতা ছিল।

(চ) বিজ্ঞান মানুষের সামাজিক ও অর্থনৈতিক জীবনের মূল্যবোধের প্রতীক—মানুষ সামাজিক ও অর্থনৈতিক স্বাধীনতা লাভের জন্য বিজ্ঞানকে হাতিয়ার করেছে। যন্ত্রবিজ্ঞানের আবিষ্কারে যুগনির্মিত ক্রীতদাস-প্রথার অবসান হয়েছে। সমাজের অত্যাচারিত অনগ্রসর মানুষ পেয়েছে সামাজিক স্বাধীনতা। এ ছাড়া কামার, কুমোর, তাঁতী একদিন তাদের দৈহিক শ্রমের উপযুক্ত সামাজিক মূল্য পায়নি। কিন্তু উন্নত শিল্প প্রথায় আজকের ইঞ্জিনিয়ার সে মূল্য পেতে যথার্থই সমর্থ হয়েছে। বিজ্ঞান মানুষের কাছে এনে দিয়েছে নতুন নতুন বস্তি ও শিক্ষার সুযোগ। এইভাবে বিজ্ঞান মানুষের অর্থনৈতিক ও সামাজিক জীবনে নতুন মূল্যবোধ সৃষ্টি করেছে।

(ছ) মানুষের সমস্যা হ'ল বিজ্ঞানের সমস্যা—একদিন বৈজ্ঞানিক প্রকৃতির প্রতি কৌতূহল বশতঃ বিজ্ঞানের চর্চা করেছেন। কিন্তু আজকের বৈজ্ঞানিক মানুষের সমস্যা-সমাধানের জন্য বিজ্ঞানে আত্মনিয়োগ করেছেন। আজকের বিজ্ঞান মানুষকে দিয়েছে সুস্থ ও দীর্ঘ জীবনের প্রতিশ্রুতি ও বেঁচে থাকার প্রয়োজনে দিয়েছে বিভিন্ন ধরনের শক্তির (Energy) উৎসের সন্ধান। আজকের বিজ্ঞানের দায়িত্ব শুধু তাইবক আবিষ্কার নয়, আবিষ্কারের কল্যাণমূলক প্রয়োগও বটে।

(জ) বিজ্ঞানঘটিত সমস্যা-সমাধানে বিজ্ঞান—বৈজ্ঞানিক অগ্রগতির ফলে অনেক সমস্যার সৃষ্টি হয়েছে যেমন—জনসংখ্যা বৃদ্ধি, প্রাকৃতিক সম্পদ ও সঞ্চিত শক্তির দ্রুত হ্রাস, পারমাণবিক শক্তির অপব্যবহার, শিল্পাঙ্গুলের আবহাওয়া দূষিতকরণ ইত্যাদি। সে সব সমস্যা সমাধানেও বিজ্ঞান এগিয়ে এসেছে।

(ঝ) বিজ্ঞানের মাধ্যমে মহান জীবন ও উন্নত কর্মপদ্ধতির সাথে পরিচয় ঘটে—রাজনৈতিক ইতিহাসে দেশ-বিদেশের ন্যায় পরায়ণ, ধার্মিক রাজা, বাদশাহের যেমন পরিচয় পাই, তেমনি পাই ক্ষমতা লোলুপ অত্যাচারী বহু রাজা ও যোদ্ধার সন্ধান। কিন্তু বিজ্ঞানে পাই কেবলমাত্র আত্মত্যাগী, যুক্তিবাদী, কর্মমুখর ও চিন্তাশীল মানুষের সন্ধান। এঁদের অপর নাম বৈজ্ঞানিক। তাঁদের জীবনাদর্শ ও কর্মপদ্ধতি আমাদের উন্নততর জীবন যাপনের পথ নির্দেশ দেয়। সাহিত্যে সেক্সপীয়র, শিল্পে র্যাফেল, সঙ্গীতে বিঠোফেনের মত বিজ্ঞানে নিউটন, ফ্রাংকলিন এবং আইনস্টাইনের নাম আমাদের কাছে প্রাতঃস্মরণীয়।

## ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার গৌণ মূল্যগুণি ॥

### ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার নৈতিক মূল্য (Moral Values) ॥

নীতি বলতে সাধারণতঃ বোঝায় সত্য এবং জনহিতকর বিধানের প্রতি অনুরাগ এবং সেইমত আচরণ। বিজ্ঞানের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যায় সব সময় সত্যের জয় হয়েছে। সমসাময়িক যুগের বিরোধিতা সত্ত্বেও যা সত্য বিজ্ঞান তার প্রতি অকুণ্ঠ সমর্থন জানিয়েছে। আবার যখন কোন পুরাতন সত্যে সন্দেহ দেখা দিয়েছে তখন আবার নতুন সত্যের অনুসন্ধান এবং প্রতিষ্ঠা হয়েছে। সুতরাং বিজ্ঞানের এই আদর্শ শিক্ষার্থীকে সত্যানুরাগী হতে সাহায্য করে। বিজ্ঞানের একটি অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য হ'ল মানুষের সেবা করা। সেজন্য বিজ্ঞানের অনুশীলনের ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে সেবার মনোভাব ও জনহিতকর বিধানের প্রতি আনুগত্য সৃষ্টি হয়ে থাকে। এইভাবে দেখা যায়, বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে নৈতিক মূল্যবোধ সৃষ্টি হয়। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে বিজ্ঞানের অনুশীলনে যেমন নীতিবোধ সৃষ্টি হয়, বিজ্ঞান প্রয়োগে তেমন নীতিবোধের পরিচয় দিতে হয়। বিজ্ঞানের অর্থনৈতিক ও যথেষ্ট ব্যবহারে জনজীবন বিপন্ন হতে পারে।

### ॥ সৌন্দর্যগত মূল্য (Aesthetic Values) ॥

বিখ্যাত ফরাসী গণিতজ্ঞ এবং দার্শনিক হেনরী প'য়স্কার বলেছেন, “The scientist does not study nature because it is useful; he studies it because he delights in it, and he delights in it because it is beautiful.” অর্থাৎ “প্রয়োজনের তাগিদে বৈজ্ঞানিক প্রকৃতিকে অনুধাবন করেন না, অনুধাবন করেন আনন্দলাভ করেন বলে এবং আনন্দলাভ করেন প্রকৃতি সুন্দর বলে।” বৈজ্ঞানিক যখন দূরবীক্ষণে অনন্ত বিস্তৃত নক্ষত্রজগৎকে দেখেন এবং পরীক্ষাগারে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম কণার অস্তিত্ব উপলব্ধি করেন, তখন তাঁর কাছে ধরা দেয় অপার বিস্ময়ে এবং সৌন্দর্যে ভরা এক জগৎ। তিনি উপলব্ধি ব্যক্ত করেন গণিতের ভাষায়, প্রতীক ও ছবির মাধ্যমে। প্রকৃতি যেমন লেখকের লেখনী, শিল্পীর তুলি ও রঙ এবং গায়কের সুরকে প্রভাবিত করে, তেমন ক'রেই প্রভাবিত করে বৈজ্ঞানিকের যন্ত্রপাতি ও পরিমাপ-পদ্ধতিকে। এই সৌন্দর্য কি? কবি কীটস বললেন, “Truth is beauty and beauty is truth”, অর্থাৎ “যা সত্য তাই সুন্দর, যা সুন্দর তাই সত্য”। ঋষিগণ বললেন, “সত্যম্ শিবম্ সুন্দরম্”। কবি কোলরিজ বললেন, সৌন্দর্য হ'ল “Unity in variety”, অর্থাৎ সৌন্দর্য হ'ল “বৈচিত্র্যের মধ্যে এক্য”। প'য়স্কার আধার বললেন, সৌন্দর্য হ'ল “...which comes from the harmonious order of parts and which a pure intelligence can grasp”; অর্থাৎ “বিভিন্ন অংশের ছন্দোময় বিন্যাসে গড়ে উঠে সৌন্দর্য এবং এই সৌন্দর্যকে পবিত্র বুদ্ধির সাহায্যেই উপলব্ধি করা যায়।”

বিজ্ঞান প্রকৃতির মধ্যে ঐক্যের অনুসন্ধান করে। তাই বিজ্ঞান এত সুন্দর।

ভাঃ বিঃ শিঃ—৩ (Jo)

মৌলিক পদার্থের মধ্যে একেবারে সন্ধান ক'রে গড়ে উঠেছে পর্যায়-সারণী (Periodic Table), গ্রহ-নক্ষত্র, পৃথিবী, চাঁদ, সূর্যের মধ্যে একেবারে সন্ধান করতে গিয়ে আবিষ্কার হয়েছে মহাকর্ষের সূত্র। অণু-পরমাণুর জগতে একেবারে সন্ধান করতে গিয়ে গড়ে উঠেছে তড়িৎ-চুম্বকীয় তত্ত্ব (Electromagnetic theory)। মহাবৈজ্ঞানিক আইন স্টাইন অতিবৃহৎ নক্ষত্রজগৎ এবং অতিসূক্ষ্ম অণু-পরমাণুর জগতের মধ্যে একত্রিত করে সন্ধান করতে গিয়ে গড়ে তুললেন একীভূত ক্ষেত্রতত্ত্ব (Unified Field Theory)। আর এই তত্ত্বগুলি যথার্থই সত্য। বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থী তাই সৌন্দর্যবোধে উদ্ভুদ্ধ হতে পারে।

## ॥ সঞ্চারনগত মূল্য (Transfer Values) বা

### মনস্তান্ত্রিক মূল্য (Psychological Values) ॥

বিজ্ঞানের শৃঙ্খলাগত মূল্যে আলোচনা করা হয়েছে যে, বিজ্ঞান-শিক্ষায় অর্জিত নৈপুণ্য, বিশুদ্ধতা, সতর্কতা ও কাজের অভ্যাস জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োজনে আসে। তাছাড়া এই অভ্যাসগুলি বিশেষভাবে প্রয়োজন হয় অন্যান্য বিষয়পাঠে, যেমন—ইতিহাস, সাহিত্য, ভূগোল ইত্যাদি। বিজ্ঞানের মেধাবী ছাত্র তাই সাধারণতঃ ইতিহাস, সাহিত্য, ভূগোল এবং অন্যান্য বিষয়েও মেধার পরিচয় দেয়। বিজ্ঞানচর্চার ফলে যুক্তিশক্তি, বিচারক্ষমতা, চিন্তাশক্তির বিকাশও যথেষ্ট পরিমাণে হয়ে থাকে। বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর ঔৎসুক্য, সৃজনী ক্ষমতা ও আত্মবিকাশের প্রবৃত্তিগুলির ক্ষুরণ ঘটবার সুযোগ ঘটে। এই গুণগুলি অন্য প্রয়োজনে কাজে আসে।

## ॥ বৃত্তিগত মূল্য (Vocational Values) ॥

আজকের দিনের শিল্পে উৎপাদনের মান বজায় রাখতে ও বৃদ্ধি করতে প্রয়োজন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত কারিগরের। উন্নত চিকিৎসা-বিজ্ঞানের প্রয়োগ করবার জন্য প্রয়োজন শিক্ষিত চিকিৎসকের। উন্নত কৃষিবিদ্যাকে কাজে লাগাতে প্রয়োজন শিক্ষিত কৃষকের। সেইজন্যই আজ নতুন-নতুন বৃত্তির সৃষ্টি হয়েছে। আজকের সমাজের কাছে যেসব বৃত্তিদারী মানদ্বয়ের প্রয়োজন, একশ বছর আগে সে-বৃত্তির অস্তিত্ব ছিল না। কারণ বিজ্ঞান তখন ছিল অনুন্নত। বিজ্ঞানের আশীর্বাদপুষ্ট বৃত্তিগুলির অধিকারী হলেন আজকের—ইঞ্জিনিয়ার, ডাক্তার, পাইলট, কৃষিবিদ, আবহাওয়াবিদ, পশুবিদ ইত্যাদি। আজকের কৃষিবিদ্যে বিজ্ঞাননির্ভর বলে একজন কৃষিবিদ একজন চাষী অপেক্ষা অনেক বেশী সামাজিক মর্যাদা পেয়ে থাকেন। একথা অন্যান্য বিজ্ঞাননির্ভর বৃত্তির ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য।

## ॥ উপসংহার ॥

আধুনিক সভ্যতার বাস্তবতা এবং অর্থনৈতিক ও সামাজিক উন্নয়ন আধুনিক



প্রযুক্তিবিদ্যার উপর নির্ভরশীল। আবার আধুনিক প্রযুক্তিবিদ্যা বিজ্ঞানের উপর নির্ভরশীল। প্রকৃতপক্ষে বর্তমান যুগের বৈজ্ঞানিক চিন্তাধারা এবং বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার ও কৌশল সমগ্র সমাজ ব্যবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ করে। যে বিজ্ঞান মানুষের জীবনযাত্রার সাথে ওতপ্রোতভাবে জড়িত, সেই বিজ্ঞান সম্পর্কে যদি কারও ধারণা বা জ্ঞান না থাকে তাহ'লে তার পক্ষে জীবনযুদ্ধে অংশগ্রহণ করা অসম্ভব এবং তাকে কখনই প্রকৃত অর্থে শিক্ষিত বলা যাবে না। যে বিজ্ঞান আমাদের চারিপাশের জড়জগৎকে জানবার এবং কাজে লাগাবার সুযোগ দেয়, আমাদের চিন্তার জগৎকে নিয়ন্ত্রিত করে এবং বিভিন্ন সমস্যা-সমাধানে পথ নির্দেশ দেয় তাকে মাধ্যমিক বা সাধারণ শিক্ষার পাঠক্রেমে স্থান দেওয়া সম্পর্কে আজ কোন প্রশ্নই উঠতে পারে না। আজকের প্রশ্ন শুধু পাঠক্রেমে বিজ্ঞানকে কত বেশী গুরুত্ব দেওয়া যায়। আমেরিকার San Jose কলেজের অধ্যাপক M. F. Vessel বলেছেন, "Science should be given the status of fourth "R" in the school Curriculum." অর্থাৎ পড়া, লেখা এবং পাটীগণিতের পরই বিজ্ঞানকে স্থান দিতে হবে।

## ২/২ বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য

### ( Aims and Objectives of Teaching Science. )

বিজ্ঞানকে কেন মাধ্যমিক শিক্ষার পাঠক্রেমে স্থান দিতে হবে তা পূর্ববর্তী আলোচনা থেকে স্পষ্ট। এখন বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু ও শিক্ষণ-পদ্ধতি কি হবে সে সম্পর্কে কোন পরিকল্পনা করতে গেলে প্রথমেই জানতে হবে বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য কি। সমাজ জীবনে বিজ্ঞানের যত মূল্যই থাক না কেন, বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য যদি সঠিকভাবে নির্ণীত না হয় তাহ'লে শিক্ষাব্যবস্থা অস্পষ্ট এবং ব্যর্থ হতে বাধ্য। বস্তুতপক্ষে বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য বিজ্ঞানের শিক্ষাব্যবস্থাকে সামগ্রিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করে।

অবশ্য বিজ্ঞান অথবা যেকোন বিষয়ের শিক্ষার লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য কখনও চূড়ান্তভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়। সামাজিক চাহিদা এবং জীবনের আদর্শের সাথে সাথে শিক্ষার লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্যের যুগে যুগে পরিবর্তন ঘটে। তিরিশ বছর আগে বিজ্ঞান-শিক্ষার যে লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য ছিল আজ বিজ্ঞান-শিক্ষার সে উদ্দেশ্য বজায় থাকতে পারে না। জাতীয় নিরাপত্তা, অর্থনৈতিক স্থিতি, সমাজ কল্যাণ এবং সার্বভৌম সমাজ-ব্যবস্থায় গত কয়েক বছরে বিজ্ঞানের আবিষ্কার ও প্রয়োগ যথেষ্ট অবদান সৃষ্টি করেছে। আজকের বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য হ'ল বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে বর্তমান সমাজের উপযুক্ত ও দায়িত্বশীল নাগরিক হিসাবে গড়ে তোলা।

॥ বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য নির্ণয়ের ভিত্তি ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য নির্ণয়ের ভিত্তি হ'ল তিনটি (১) সামাজিক চাহিদা, (২) শিক্ষার্থীর চাহিদা এবং (৩) বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর বৈশিষ্ট্য। সামাজিক প্রয়োজনের সাথে সাথে শিক্ষার উদ্দেশ্যের পরিবর্তন ঘটেতে পারে। আমেরিকা এবং ভারতে যেহেতু সামাজিক চাহিদার পার্থক্য আছে সেজন্য দু'দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ও পার্থক্য দেখা দেবে। আবার শিক্ষার্থীর বয়স ও পরিণমনের সাথে সাথে শিক্ষার্থীর চাহিদার পরিবর্তন ঘটে। তাই প্রাথমিক স্তরের বিজ্ঞান-শিক্ষার যে উদ্দেশ্য হবে মাধ্যমিক স্তরে তা থেকে পৃথক হবে। তেমনি রসায়ন বিজ্ঞান পাঠে শিক্ষার উদ্দেশ্য যা হবে পদার্থ বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে তা থেকে নিশ্চয় ভিন্ন হবে।

### বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য

#### (Aims of Teaching Physical Sciences)

বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য বলতে বোঝায় বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে সামাজিক চাহিদা অনুযায়ী শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বের ব্যাপক পরিবর্তন ঘটানো। শ্রেণীকক্ষে বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে লক্ষ্যে সরাসরি উপনীত না হওয়া গেলেও পরোক্ষভাবে উপনীত হওয়া সম্ভব। বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্যগুলির কয়েকটি হ'ল—

(১) বৈজ্ঞানিক ঘটনা ও তথ্যের সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটানো, (২) বিজ্ঞানে আগ্রহ সৃষ্টি করা, (৩) বৈজ্ঞানিক প্রতিভার অন্বেষণ ও বৃদ্ধিগত নির্দেশনা, (৪) শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ও দৃষ্টিভঙ্গিতে অনুপ্রাণিত করা এবং (৫) শিক্ষার্থীদের মধ্যে কতকগুলি মৌলিক ক্ষমতার বিকাশ ঘটানো।

(১) বৈজ্ঞানিক ঘটনা ও তথ্যের সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটানো—বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি লক্ষ্য হ'ল বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক নীতি, ঘটনা ও তথ্যের সাথে শিক্ষার্থীর পরিচয় ঘটিয়ে তাকে চারিপাশের জগৎ ও জীবন সম্পর্কে অবহিত করা। সভ্য সমাজের মানুষ হিসাবে বাঁচতে গেলে শিক্ষার্থীর কাছে এটা খুবই প্রয়োজনীয়।

(২) বিজ্ঞানের আগ্রহ সৃষ্টি করা—যদি দেশের অধিকাংশ লোক কুসংস্কারাচ্ছন্ন হয় এবং বিজ্ঞানে উদাসীন থাকে তাহ'লে মূলুর্জিমের বৈজ্ঞানিকের সাহায্যে দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতি ঘটানো নিতান্তই অসম্ভব। প্রাত্যহিক জীবনে কুসংস্কার সর্বদাই বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার ও প্রয়োগের পরিপন্থী। বিজ্ঞান চর্চার অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করতে হ'লে ও জনকল্যাণে বিজ্ঞানকে প্রয়োগ করতে হ'লে সাধারণ মানুষের মধ্যে বিজ্ঞান সচেতনতা ও বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ সৃষ্টি করতে হবে। সেজন্য বিজ্ঞান-শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য হ'ল বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করে তোলা এবং বিজ্ঞানের প্রতি জনসাধারণকে আগ্রহী করে তোলা।

(৩) বৈজ্ঞানিক প্রতিভার অন্বেষণ ও বৃদ্ধিগত নির্দেশনা—দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতিতে অধিক সংখ্যায় কুশলী বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদ দরকার। অবশ্য মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষা দ্বারা এইরূপ বিশেষজ্ঞ তৈরি করা যায় না। তবে বিদ্যালয়ে

বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে প্রতিভাবান শিক্ষার্থীদের খুঁজে নেওয়া এবং তাদের যথাযথ উচ্চতর প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করা সম্ভব। তাই বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি লক্ষ্য হ'ল বৈজ্ঞানিক প্রতিভার অন্বেষণ। এছাড়াও বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন বৃত্তি\* ও উচ্চতর শিক্ষার স্থান দেওয়া এবং সেই বৃত্তি ও শিক্ষার জন্য শিক্ষার্থীদের উপযুক্তভাবে গড়ে তোলাও বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি লক্ষ্য।

(৪) শিক্ষার্থীকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ও দৃষ্টিভঙ্গীতে অনুপ্রাণিত করা—বিজ্ঞান অনুশীলনে বৈজ্ঞানিকদের কতকগুলি বাঁধাধরা নিয়ম মেনে চলতে হয় যেমন—প্রথমে সমস্যা উপলব্ধি করতে হয়। তারপর একে একে সমস্যা বিশ্লেষণ, তথ্য সংগ্রহ, পরীক্ষার মাধ্যমে তথ্য বিশ্লেষণ, সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং সিদ্ধান্তের সত্যতা নিরূপণ করতে হয়। এই নিয়মকে বলা হয় বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী হ'ল কতকগুলি সংগুণ যোগুণ বৈজ্ঞানিকগণ বিজ্ঞান অনুশীলনের মাধ্যমে অর্জন করেন যেমন—সূক্ষ্ম পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা, সত্য ও মিথ্যার পার্থক্য নিরূপণ, অধ্যাবসায়, আত্মবিশ্বাস, আত্মনির্ভরতা, পরমতসাহিষ্ণুতা ইত্যাদি।

বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি লক্ষ্য হ'ল শিক্ষার্থীকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ও দৃষ্টিভঙ্গীতে অনুপ্রাণিত করা। শিক্ষার্থী যথাযথ অনুপ্রাণিত হলে জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ও দৃষ্টিভঙ্গীর পরিচয় দেবে যেমন—

(ক) স্বাস্থ্যসম্মত জীবন যাপন—শিক্ষার্থী পরিবেশ বিশুদ্ধ রাখতে, ঘরে আলো হাওয়ার ব্যবস্থা করতে, খাদ্য নির্বাচন ও সংরক্ষণ এবং রোগ জীবাণুর হাত থেকে পরিদ্রাণ লাভের জন্য উপযুক্ত ব্যবস্থা করতে শিখবে।

(খ) উন্নত নাগরিক জীবন যাপন—শিক্ষার্থী আত্মনির্ভর ও আত্মবিশ্বাসী হয়ে উঠবে, কুসংস্কার মুক্ত হবে, মানুষের কল্যাণমুখী যে-কোন বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টাকে স্বাগত জানাতে সমর্থ হবে, বিজ্ঞান অনুশীলনের মাধ্যমে দেশ বিদেশের মানুষের সাথে মৈত্রীর সম্পর্ক গড়ে তুলবে, দেশের অর্থনৈতিক এবং সামাজিক উন্নয়নের সমস্ত বাধা অপসারণে উৎসাহী হবে ইত্যাদি।

(গ) শিক্ষার্থীর মধ্যে কতকগুলি মৌলিক ক্ষমতার বিকাশ ঘটানো—দেশের শিশুপাল্লয়ন মুষ্টিমেয় করেকজন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত প্রযুক্তিবিদ ও বিশেষজ্ঞ দ্বারা সম্ভব নয়। দেশের সার্বিক শিশুপাল্লয়ন ঘটাতে হ'লে জনসাধারণকে যোগ্য ভূমিকা নিতে হবে। এরজন্য প্রত্যেককে কিছু না কিছু মৌলিক ক্ষমতা অর্জন করতে হবে। তাই বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে মৌলিক ক্ষমতার বিকাশ ঘটানো। কিছু কিছু শিক্ষার্থীর মধ্যে যন্ত্রপাতি নির্মাণ, যন্ত্র পরিচালনার কতকগুলি স্বাভাবিক দক্ষতা আছে। বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য হ'ল শিক্ষার্থীর স্বাভাবিক দক্ষতাকে কাজে লাগাবার সুযোগ করে দেওয়া। আবার ক্ষমতাগুলির যথাযথ বিকাশ ঘটলে শিক্ষার্থী উপযুক্ত উপায়ে অবসর বিনোদন করতে পারবে।

অবসর বিনোদন—অবসর বিনোদনের শিক্ষা দেওয়া বিজ্ঞান-শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য। বিজ্ঞান আজকের মানুষকে অনেক অবসর দিয়েছে। সে অবসর বিনোদন করা যেতে

\* এই প্রসঙ্গে পুস্তকের ১১২ অনুচ্ছেদের চিত্রবয় প্রদৃষ্ট।



পারে বিজ্ঞানভিত্তিক কাজের মাধ্যমে। বাড়িতে বা বিজ্ঞান সমিতিতে শিক্ষার্থী সাবান, কালি, বড় পালিশ, ট্রানজিস্টার (গ্রাহক যন্ত্র) ইত্যাদি তৈরি করে, বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ও যন্ত্রপাতি নির্মাণের মাধ্যমে অনায়াসে অবসর যাপন করতে পারে এবং প্রয়োজনে জীবিকা নির্বাহ করতে পারে।

### বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য

#### (Objectives Teaching Physical Sciences)

বিজ্ঞান-শিক্ষার যে কোন আন্তরিক প্রচেষ্টার মধ্যে বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য কিছু না কিছু সাধিত হয়। কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্যের পরিধি ব্যাপক এবং অনির্দিষ্ট। বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য অনুযায়ী শিক্ষা কার্য পরিচালনা করা একজন অনভিজ্ঞ বা সাধারণ শিক্ষকের পক্ষে খুবই অসুবিধাজনক। সেজন্য শিক্ষার লক্ষ্যকে বিশ্লেষণ করে অপেক্ষাকৃত সীমিত ও স্পষ্ট উপায়ে উল্লেখ করা প্রয়োজন। এইরূপ সীমিত ও স্পষ্ট লক্ষ্যগুলিকে বলা হয় উদ্দেশ্য। বিজ্ঞান শিক্ষার ফলে ব্যক্তির বিভিন্ন নির্দিষ্ট আচরণের যে পরিবর্তন সূচীত হয় তারই পরিপ্রেক্ষিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য নির্ণীত হয়। উদ্দেশ্য অনুযায়ী পাঠক্রম রচনা, শিক্ষাপদ্ধতি নির্ণয় ও শিক্ষার্থীর বিভিন্ন আচরণগত পরিবর্তনের মূল্যায়ন করা অনেক সহজসাধ্য।

বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলিকে প্রধানতঃ দু'ভাগে ভাগ করা যায়—(১) সাধারণ বা পরোক্ষ উদ্দেশ্য (General or Indirect Objectives) এবং (২) বিশেষ বা প্রত্যক্ষ উদ্দেশ্য (Specific or Direct Objectives.)

**সাধারণ উদ্দেশ্য :** বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে সাধারণভাবে যে গুণ, বৈশিষ্ট্য বা ক্ষমতার বিকাশ ঘটে সাধারণ উদ্দেশ্য সেগুলিকেই নিরূপণ করে। ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার সাধারণ উদ্দেশ্যগুলি হ'ল : (১) জ্ঞান (Knowledge), (২) ধারণা (Understanding), (৩) প্রয়োগ ক্ষমতা (Application), (৪) দক্ষতা (Skill), (৫) আগ্রহ (Interest), (৬) দৃষ্টিভঙ্গী (Attitude), (৭) প্রশংসা (Appreciation) প্রভৃতির যথাযথ উন্মেষ সাধন।

**বিশেষ উদ্দেশ্য :** বিজ্ঞানের কোন বিশেষ অংশের উপর পাঠদান বা মূল্যায়নের সুবিধার জন্য প্রত্যেক সাধারণ উদ্দেশ্যকে বিশ্লেষণ করে কতকগুলি বিশেষ উদ্দেশ্য নিরূপণ করা হয়। বিশেষ উদ্দেশ্যগুলির বৈশিষ্ট্য হ'ল—

(১) বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন ঘটানো। প্রত্যেকটি বিশেষ উদ্দেশ্যে একটি করে এইরূপ আচরণগত পরিবর্তনের উল্লেখ থাকবে।

(২) প্রতিটি বিশেষ উদ্দেশ্য বা আচরণগত পরিবর্তন নির্ধারণে বা উল্লেখ করার কোনরূপ অস্পষ্টতা থাকবে না।

(৩) প্রতিটি বিশেষ উদ্দেশ্য বা আচরণগত পরিবর্তনের ভিত্তিতে পাঠদান বা মূল্যায়ন সহজসাধ্য হবে।

## ১। ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার সাধারণ ও বিশেষ উদ্দেশ্যের বিবরণ ॥ (Description of the general and Specific Objectives of Teaching Physical Science)

ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার সাধারণ উদ্দেশ্যগুলি পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে। নীচে সাধারণ ও বিশেষ উদ্দেশ্যগুলির বিবরণ দেওয়া হ'ল।

(১) জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্য : (বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি প্রাথমিক উদ্দেশ্য হ'ল বিজ্ঞান-শিক্ষার দ্বারা সমাজ ও জীবনোপযোগী বিজ্ঞানের নীতিসমূহ, সাধারণ ঘটনা, বৈজ্ঞানিকদের কর্মপদ্ধতি ও বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার মধ্যে অনুরোধ সম্পর্কে জ্ঞানলাভে শিক্ষার্থীকে সমর্থ করে তোলা।) জ্ঞানলাভ বলতে বোঝায় কোন বিষয় মনে রাখা বা চিনে রাখা। মানসিক প্রক্রিয়া হিসাবে জ্ঞানলাভ সহজতম। জ্ঞানলাভের বিশেষ উদ্দেশ্যগুলি (অর্থাৎ জ্ঞানলাভের ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে যে আচরণগত পরিবর্তন আসবে সেগুলি) নিম্নে উল্লেখ করা হ'ল।

বিশেষ উদ্দেশ্য (আচরণগত পরিবর্তন) : বিজ্ঞানের জ্ঞান আহরণের ফলে শিক্ষার্থী সমর্থ হবে—

- (ক) বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক তথ্য, নীতি, ধর্ম স্মরণ করতে এবং
- (খ) বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি, কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ওয়াকিবহাল থাকতে বা চিনে নিতে।

(২) ধারণাগত উদ্দেশ্য : (বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি গুরুত্বপূর্ণ উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু এবং বিভিন্ন প্রক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা গড়ে তোলা।) বিজ্ঞান এমনভাবেই শেখাতে হবে যার ফলে শিক্ষার্থী বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের বৈশিষ্ট্য বা কোন ঘটনার অন্তর্নিহিত বৈজ্ঞানিক নীতি, তত্ত্ব বা সূত্র উপলব্ধি করতে পারে। উপলব্ধি মানসিক প্রক্রিয়ার একটি উন্নত স্তর। উপলব্ধি যথাযথ হ'লে শিক্ষার্থীর মধ্যে যে আচরণগত পরিবর্তন আসবে, তা নীচে উল্লেখ করা হ'ল।

বিশেষ উদ্দেশ্য (আচরণগত পরিবর্তন) : ধারণালাভের ফলে শিক্ষার্থী সমর্থ হবে—

- (ক) বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক উপকরণ বা জ্ঞানসমূহের মধ্যে সাদৃশ্য এবং বৈসাদৃশ্য নির্ণয় করতে,
- (খ) কোন তথ্য পরিবেশনে চিত্রটি নির্ণয় করতে,
- (গ) কার্যকারণ সম্পর্ক নির্ণয় করতে,
- (ঘ) কোন তথ্য বা সূত্রের সত্যতা নির্ণয় করতে,
- (ঙ) সামান্যীকরণ করতে,
- (চ) প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতির ব্যবহার করতে,
- (ছ) নির্দিষ্ট শর্তে কোন বিষয়বস্তুর বিন্যাস করতে,
- (জ) কোন সমস্যা-সমাধানে প্রয়োজনীয় জিনিস নির্বাচন করতে,
- (ঝ) যথার্থ এককের ব্যবহার করতে ইত্যাদি।

(৩) **প্রয়োগমূলক উদ্দেশ্য :** বিজ্ঞানে জ্ঞানলাভ বা উপলব্ধি শেষ কথা নয়। তাই বিজ্ঞান-শিক্ষার আরেকটি উদ্দেশ্য হ'ল নতুন পরিস্থিতি অনুধাবনে বা কোন সমস্যা-সমাধানে বিজ্ঞানের অর্জিত জ্ঞান ও ধারণাকে প্রয়োগ করতে শিক্ষার্থীকে সমর্থ করে তোলা। মানসিক প্রক্রিয়া হিসাবে প্রয়োগ ক্ষমতা ধারণা থেকে উন্নততর।)

**বিশেষ উদ্দেশ্য (আচরণগত পরিবর্তন) :** বিজ্ঞানের জ্ঞান প্রয়োগের উপায় শিখে নিলে শিক্ষার্থী সমর্থ হবে—

- (ক) ঘটনা বিশ্লেষণ করতে,
- (খ) সংগৃহীত তথ্যের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে,
- (গ) সিদ্ধান্তের যথার্থ্য নির্ণয় করতে,
- (ঘ) কোন জানা বা অজানা ঘটনা ব্যাখ্যা করতে,
- (ঙ) সমস্যা-সমাধানে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি বা পদ্ধতি নির্বাচন করতে।

(৪) **দক্ষতামূলক উদ্দেশ্য :** দ্রুত এবং নিষ্ঠুরভাবে কাজের অভ্যাস হ'ল দক্ষতার পরিচায়ক। দক্ষতা অর্জন করা যায় কাজের মাধ্যমে। বিজ্ঞানে কাজের মাধ্যমে শিক্ষালাভের সুযোগ সবচেয়ে বেশী এবং এই কাজ হ'ল দৈহিক এবং মানসিক প্রক্রিয়ার সম্মিলিত অভিব্যক্তি। তাই শিক্ষার্থীকে দক্ষতা অর্জনে সহায়তা করা বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য। বিজ্ঞানে দক্ষতা অর্জন করবার জন্য যেমন প্রয়োজন নিয়মিত কাজ করবার অভ্যাস, তেমন প্রয়োজন সময়ের।

**বিশেষ উদ্দেশ্য (আচরণগত পরিবর্তন) :** বৈজ্ঞানিক-দক্ষতা অর্জন করলে শিক্ষার্থী সমর্থ হবে—

- (ক) পরীক্ষা-সম্পাদন ও পরীক্ষালব্ধ ফলের সংব্যখ্যান করতে,
- (খ) প্রয়োজনীয় অঙ্কন করতে,
- (গ) যন্ত্রপাতি-নির্মাণ (Constructional Skill) করতে।

[ পরীক্ষা-সম্পাদনের দক্ষতার অন্তর্ভুক্ত হ'ল : যন্ত্রপাতির সংজ্ঞা, রাসায়নিক দ্রব্য ও নমুনা সংরক্ষণ, যন্ত্রপাতির চিত্র-নির্ণয় ও সংশোধন, সঠিক পরিমাপ গ্রহণ, সতর্কতা গ্রহণ, পরিচ্ছন্নতা ও বিশুদ্ধতা রক্ষা করা, পরীক্ষা বা কাজের গতি পর্যবেক্ষণ ইত্যাদি।

**পরীক্ষালব্ধ ফলের সংব্যখ্যান :** পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ, পরীক্ষার ফল গাণিতিক উপায়ে বা লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ, পরীক্ষালব্ধ ফলকে যথাযথ লিপিবদ্ধ করা ইত্যাদি।)

**অঙ্কনমূলক দক্ষতা :** বিভিন্ন বিষয়বস্তুর বা যন্ত্রপাতির চিত্র অঙ্কন করা, বিভিন্ন নমুনা বা যন্ত্রপাতির ছবি তোলা, সংগৃহীত তথ্যকে চার্টের মাধ্যমে প্রকাশ করবার দক্ষতা।)

**নির্মণমূলক দক্ষতা :** স্বহস্তে যন্ত্রপাতি-নির্মাণের দক্ষতা অর্জন করা।]

(৫) **আগ্রহ :** বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি বড় উদ্দেশ্য হ'ল বিজ্ঞানজগৎ সম্পর্কে



শিক্ষার্থীর আগ্রহ সৃষ্টি করা ।! Clay Bedford বলেছেন, ‘পড়াতে গিয়ে আগ্রহ-সৃষ্টি করতে পারলে ছাত্রছাত্রীরা সারাজীবন নিজের চেষ্টায় শিখতে পারবে।’ তবে একথা ঠিক, আগ্রহ সৃষ্টি করাও সময়সাপেক্ষ কাজ ।

**বিশেষ উদ্দেশ্য ( আচরণগত পরিবর্তন ) :** আগ্রহ সৃষ্টি হ’লে শিক্ষার্থী ‘বিজ্ঞানধর্মী’ সাহিত্য পড়বে, বিজ্ঞানের নমুনা ও মডেল সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করবে, বিজ্ঞানধর্মী বস্তুতা ও বিতর্কে অংশগ্রহণ করবে, বৈজ্ঞানিকদের জীবনের সঙ্গে পরিচিত হবে, বিজ্ঞান-সমিতিতে অংশগ্রহণ করবে, নিজ উপায়ে মডেল, যন্ত্রপাতি তৈরারি করবে এবং বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধ স্থানে ভ্রমণ করবে ।

(৬) **বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী-গঠন :** বিজ্ঞান-শিক্ষার অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য হ’ল শিক্ষার্থীর মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে তোলা । মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষার দ্বারা বৈজ্ঞানিক গড়ে তোলা উদ্দেশ্য নয় বা সেটা সম্ভবও নয় । বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে তোলাও এক সময়সাপেক্ষ কাজ । উপযুক্ত পাঠক্রেম, উপযুক্ত পরিবেশ ও পরীক্ষাগারের পরীক্ষণের মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে তোলা যায় ।

**বিশেষ উদ্দেশ্য ( আচরণগত পরিবর্তন ) :** বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে উঠলে শিক্ষার্থী—

- (ক) তার কথা ও কাজ সহজে এবং সংক্ষেপে সম্পন্ন করতে পারবে,
- (খ) ব্যক্তিবিশেষের মতামতের চেয়ে পরীক্ষালব্ধ সত্যের উপর অধিক আস্থা রাখতে পারবে,
- (গ) নতুন আবিষ্কার ও ধারণাকে স্বীকার করতে কুণ্ঠিত হবে না,
- (ঘ) প্রয়োজনে নিজের সিদ্ধান্ত পরিবর্তন করতে প্রস্তুত থাকবে,
- (ঙ) যথার্থ এবং নির্ভরযোগ্য উপায়ে কাজ করতে পারবে,
- (চ) বিজ্ঞান-সাধনার তৃষ্ণালাভ করবে,
- (ছ) আত্মনির্ভর এবং আত্মবিশ্বাসী হবে এবং দলবদ্ধভাবে কাজে উৎসাহ দেখাবে,
- (জ) পরিশ্রমী, অধ্যবসায়ী, বিনয়ী ও পরমতসহিষ্ণু হবে,
- (ঝ) মানবকল্যাণে বিজ্ঞানকে প্রয়োগ করতে উৎসাহী হবে,
- (ঞ) জিনিসপত্রের পরিমিত ব্যবহার করবে,
- (ট) কুসংস্কারমুক্ত হবে<sup>১</sup> ।

(৭) **প্রশংসা :** বিজ্ঞান-শিক্ষার আর একটি উদ্দেশ্য হ’ল শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি করা । বিজ্ঞান-শিক্ষালাভের ফলে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের অবদান প্রশংসা করতে শিখবে । তার জীবনের আশা-আকাংক্ষা, বিশ্বাস ও কৌতূহল বিজ্ঞান-পাঠের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হবে ।

1. “You can teach a student a lesson for a day ; but if you can teach him to learn by creating curiosity (interest), he will continue the learning process as long as he lives.”—Clay Bedford.

2. “It is more difficult to disintegrate a prejudice than an atom.”—Albert Einstein.

বিশেষ উদ্দেশ্য (আচরণগত পরিবর্তন) : প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠলে শিক্ষার্থী—

- (ক) মানব-সভ্যতায় বিজ্ঞানের অবদান উপলব্ধি করবে,
- (খ) কৃষি, চিকিৎসা, পরামাণব ও মহাকাশ বিজ্ঞানের জয়যাত্রায় আনন্দ অনুভব করবে,
- (গ) পরিবেশের বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ঘটনা অনুধাবনে আনন্দলাভ করবে,
- (ঘ) অতিক্ষুদ্র কণাজগৎ, অতিবৃহৎ নক্ষত্রজগৎ, অতিদ্রুত আলোকগতি ও নিরবচ্ছিন্ন সময়প্রবাহের মধ্যে প্রকৃতির বৈচিত্র্য অনুধাবন করবে,
- (ঙ) মহান বৈজ্ঞানিকদের জীবনের আদর্শে উৎসাহ হবে,
- (চ) নিত্য-নতুন আবিষ্কারে অজানাকে জানবার প্রেরণা পাবে ইত্যাদি।

বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য রূপায়ণ সম্পর্কে মন্তব্য : বিজ্ঞান-শিক্ষার কয়েকটি উদ্দেশ্য শ্রেণীর দৈনন্দিন পাঠের মাধ্যমে অনায়াসে রূপায়িত করা যায়। এইগুলিকে বলে স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্য। কতকগুলি উদ্দেশ্য রূপায়ণে দীর্ঘ সময় এবং প্রস্তুতির প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্যগুলি হ'ল দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্য।

॥ স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্য ॥ স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যগুলি হ'ল জ্ঞান, ধারণা, প্রয়োগ, দক্ষতা ইত্যাদি। উদাহরণস্বরূপ, ভৌত বিজ্ঞানে গ্যাসের প্রস্তুতি ও ধর্মপাঠের মাধ্যমে গ্যাস-সম্পর্কিত জ্ঞান, গ্যাসের ধর্মগুলির তুলনামূলক আলোচনায় গ্যাসের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে ধারণা, বিভিন্ন পরিস্থিতিতে গ্যাস-সম্পর্কিত জ্ঞান ও ধারণা প্রয়োগের মাধ্যমে প্রয়োগ-ক্ষমতা, পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে পরীক্ষণ ও অঙ্কনমূলক দক্ষতা অনায়াসে অর্জন করা সম্ভব।

॥ দীর্ঘ মেয়াদী উদ্দেশ্য ॥ এই উদ্দেশ্যগুলি হ'ল আগ্রহ, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী, প্রশংসার মনোভাব ইত্যাদি। শ্রেণীর পাঠের মাধ্যমে উদ্দেশ্যগুলি সরাসরি অর্জন করা যায় না। শ্রেণীতে এবং শ্রেণীর বাইরে ব্যাপক বিজ্ঞান অনুশীলনে উদ্দেশ্যগুলি ধীরে ধীরে অর্জন করা সম্ভব।

পশ্চিমবঙ্গ মধ্যাশিক্ষাণ্বদ-নির্দিষ্ট ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য :

(১) চারিপাশের জীবন ও বস্তুনিচয়ের মধ্যে বৈজ্ঞানিক নীতিসমূহের সক্রিয় ভূমিকা সম্পর্কে ছাত্রদের অবহিত করা।

(২) প্রকৃতির বিভিন্ন বল (force) এবং বস্তুর ধর্ম সম্পর্কে ছাত্রদের মনে অনুসন্ধানের উৎস জাগিয়ে তোলা।

(৩) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে তোলা এবং চারিপাশের প্রাকৃতিক ঘটনাগুলির সঙ্গে জড়িত গুরুত্বপূর্ণ বৈজ্ঞানিক নীতিগুলি সম্পর্কে ধারণা-সৃষ্টিতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

(৪) মানবের সেবায় বিজ্ঞানের অবদানগুলি অন্তর্দৃষ্টির সাহায্যে উপলব্ধি করতে ছাত্রদের সাহায্য করা।

(৫) যাদের অবদানে মানবজাতির কল্যাণ সাধিত হয়েছে সেই সব দার্শনিক-বৈজ্ঞানিকদের প্রতি শ্রদ্ধার মনোভাব জাগিয়ে তোলা।

## বর্তমান বহিরাগত S. F. পরীক্ষার্থীদের পাঠক্রমে সাধারণ বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য :

এই উদ্দেশ্যগুলি মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্যের মতই, তবে বৈজ্ঞানিক তথ্য এবং শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতার মধ্যে অনুবন্ধ সৃষ্টি করতে হবে।

মাধ্যমিক পাঠক্রমে অভিরুক্ত পদার্থবিদ্যা ও রসায়ন-শিক্ষার উদ্দেশ্য : (১) ছাত্ররা যাতে তাদের প্রবণতা-অনুযায়ী বিশেষ শিক্ষালাভ করতে পারে এবং (২) শিক্ষার পরবর্তী স্তরে তারা যাতে উপযুক্ত পাঠ্য বিষয় নির্বাচন করতে পারে, তার ব্যবস্থা করা।

পশ্চিমবঙ্গে বিগত S. F. পাঠক্রমে সাধারণ বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ও লক্ষ্য ছিল—  
ষষ্ঠ শ্রেণী : সাধারণ প্রাকৃতিক ঘটনা সম্পর্কে অবহিত করা এবং পরিবেশ-পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করা ;

সপ্তম ও অষ্টম শ্রেণী : দৈনন্দিন ঘটনাগুলিকে শ্রেণীবিন্ধ করা এবং ঘটনা-গুলির ব্যাখ্যা দেওয়া ;

নবম ও দশম শ্রেণী : সপ্তম ও অষ্টম শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য সহ আরও কয়েকটি উদ্দেশ্য, যেমন—জীবনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় প্রাকৃতিক ঘটনাগুলি সম্পর্কে জ্ঞান এবং প্রকৃতি-পর্যবেক্ষণের ক্ষমতা বৃদ্ধি করা।

পূর্বের “কোর” বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য প্রায় একই ধরনের।

### ৥ ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ৥

(ক) ভারতে মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য সম্পর্কে ১৯৬৬ সালে নিখিল ভারত সেমিনার যে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন, সেগুলি সংক্ষেপে নিম্নরূপ :

নিম্ন-মাধ্যমিক স্তর : (১) পরিবেশ সম্পর্কে শিক্ষার্থীর মধ্যে আগ্রহ সৃষ্টি করা ও পর্যবেক্ষণ ও আবিষ্কার ক্ষমতা বৃদ্ধি করা, (২) সৃজনী শক্তির বিকাশসাধন ও অভিজ্ঞতার সামান্যিকরণের সাহায্য করা, (৩) বিজ্ঞানের জ্ঞানকে দৈনন্দিন জীবনের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা ও পরিচ্ছন্নতা ও নিয়মানুবর্তিতার অভ্যাস-গঠনে সাহায্য করা এবং (৪) বৈজ্ঞানিক শখ জাগানো এবং মহান বৈজ্ঞানিকদের জীবন এবং কর্মপন্থাতির সঙ্গে পরিচয় করানো ইত্যাদি।

উচ্চ এবং উচ্চতর মাধ্যমিক স্তর : (১) চারিপাশের জগৎ এবং জীবন-সম্পর্কিত জ্ঞান এবং সমাজে বিজ্ঞানের প্রভাব-সম্পর্কিত ধারণা গঠনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে পরিবেশের সঙ্গে সংগতি-বিধানে সাহায্য করা, (২) “বৈজ্ঞানিক পন্থাতি” সম্পর্কে অবহিত করে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর উন্নতি ঘটানো এবং (৩) বিজ্ঞানের ইতিহাস সম্পর্কে অবহিত করে বৈজ্ঞানিক চিন্তাধারার বিবর্তন উপলব্ধি করতে সাহায্য করা।

(খ) কোঠারী কমিশন অনুযায়ী : [ ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ইতিহাসে কোঠারী কমিশনের আলোচনা দেখুন। ]

### ৥ আমেরিকায় ৥

59th Year Book, ( 1960 ) “Rethinking Science Education” প্রবন্ধে বিজ্ঞানের জ্ঞান এবং গবেষণাকে বিজ্ঞান-শিক্ষার বিষয়বস্তু হিসাবে চিহ্নিত করা।



হয়েছে। এই প্রবন্ধে বিজ্ঞানের (১) জ্ঞান ছাড়াও যেসব উদ্দেশ্যের উল্লেখ করা হয়েছে ; সেগুলি হ'ল—

- (২) ধারণা—বিজ্ঞানের জ্ঞানের বৈশিষ্ট্য বিজ্ঞানের জ্ঞানের অগ্রগতির বৈশিষ্ট্য এবং জ্ঞানের প্রয়োগ-সম্পর্কিত ধারণা,
- (৩) সমস্যা-সমাধান—সমস্যার আকারে বিষয়বস্তুকে নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষালাভ ;
- (৪) প্রশংসা—বিজ্ঞানের বিস্ময়কর অগ্রগতি ও অবদানের প্রশংসা ;
- (৫) দৃষ্টিভঙ্গী—বৈজ্ঞানিকদের কর্মধারার সঙ্গে পরিচয় করানো ও সংস্কারমূলক দৃষ্টিভঙ্গী গঠন ;
- (৬) বৃত্তি—বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে বিভিন্ন বৃত্তির সম্মান ও উপযুক্ত বৃত্তির জন্য উপযুক্ত প্রস্তুতি গ্রহণ ;
- (৭) দক্ষতা—অগ্রগামী বিজ্ঞানের সঙ্গে তাল মিলিয়ে চলতে ও জ্ঞানের দিগন্তকে প্রসারিত করতে পরীক্ষণমূলক দক্ষতা অর্জন, পাঠক্রমিক ও সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীতে অংশগ্রহণ।

—এই সব উদ্দেশ্য-সাধনে ছাত্রদের সহযোগিতা করতে হবে।

## ৥ শিক্ষার উদ্দেশ্য ও পাঠ্যক্রম ॥

শিক্ষার উদ্দেশ্য সুস্পষ্টভাবে নির্ণীত হবার পর স্বাভাবিকভাবেই প্রশ্ন উঠতে পারে—সেই উদ্দেশ্যগুলিকে কি উপায়ে রূপায়িত করা সম্ভব? এই উপায় হ'ল উপযুক্ত শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা (Learning Experience) বা পাঠ্যক্রমের (Curriculum) মাধ্যমে শিক্ষা দেওয়া।

পাঠ্যক্রমের অর্থ দু'টি (১) ব্যাপক অর্থে পাঠ্যক্রম হ'ল শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা। কার্টার ভি. গুডের শিক্ষা-অভিধান অনুযায়ী পাঠ্যক্রম হ'ল বিদ্যালয়-নিয়ন্ত্রিত সংহত শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা যার সাহায্যে ব্যক্তিকে সমাজোপযোগী ক'রে গড়ে তোলবার এবং জীবনোপযোগী বৃত্তি-গ্রহণের সর্বোৎকৃষ্ট প্রশিক্ষণ দেওয়া যায়, (২) সংকীর্ণ অর্থে—কোন বিষয়ে পড়াশুনা ক'রে পরীক্ষা-উত্তীর্ণ হবার জন্য প্রয়োজনীয় পাঠ্যসূচী।

বিজ্ঞান-শিক্ষার সমগ্র উদ্দেশ্যকে সফল ক'রে তুলতে হ'লে সুচিন্তিত পাঠ্যক্রমের প্রয়োজন। মুদ্যালয়ার কমিশনের মতে—বিদ্যালয়ের শ্রেণী, পরীক্ষাগার, ওয়ার্কশপ ও খেলার মাঠের বিভিন্ন কাজের মাধ্যমে এবং শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর উদার মেলামেশার মাধ্যমে যে অভিজ্ঞতা অর্জন করা যায়, তা পাঠ্যক্রমের অন্তর্ভুক্ত। সেই সঙ্গে কমিশন স্বীকার করেছেন, পাঠ্যসূচী বা বিষয়বস্তুও (subject matter) পাঠ্যক্রমের এক বিশেষ স্বীকার করেছেন, পাঠ্যসূচীর মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষার স্বরূপমোদী উদ্দেশ্যগুলি অঙ্গ। বিজ্ঞানের সুচিন্তিত পাঠ্যসূচীর মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষার স্বরূপমোদী উদ্দেশ্যগুলি (জ্ঞান, ধারণা, প্রয়োগ ও দক্ষতা) সহজে রূপায়িত করা সম্ভব। কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষার দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যগুলি (আগ্রহ, দৃষ্টিভঙ্গী, প্রশংসা) রূপায়ণের জন্য পাঠ্যক্রমের প্রসঙ্গ আসবে। কারণ, পাঠ্যক্রমের কাজের মধ্যে শুধু শ্রেণীর বিষয়-শিক্ষাই নয়, শ্রেণীর বাইরে বিজ্ঞান-চর্চা, পর্যবেক্ষণ, পুস্তকপাঠ ও বৈজ্ঞানিক শখ (Hobby) ইত্যাদিও অন্তর্ভুক্ত।

বিদ্যালয়ের যে-কোন পাঠ্যক্রমে সবচেয়ে নির্দিষ্ট অংশ হ'ল পাঠ্যসূচী। পাঠ্যসূচীকে কেন্দ্র ক'রেই পাঠ্যক্রম নিয়ন্ত্রিত হ'য়ে থাকে। সুতরাং পাঠ্যক্রম রচনার ক্ষেত্রে পাঠ্যসূচী নির্ণয়ের উপর গুরুত্ব দিতে হবে সবচেয়ে বেশী।

## ৥ পাঠ্যসূচী-নির্ণয়ের নীতি ॥

বিজ্ঞানের জ্ঞানের ভান্ডার অপরিমিত। শিক্ষার কোন স্তরে কতখানি শেখানো হবে, কেন শেখানো হবে, কোনটা আগে শেখানো হবে, পাঠ্যসূচী-রচনায় এরকম অনেক প্রশ্ন আসবে। এসব প্রশ্নের উত্তরগুলি সহজেই পাওয়া যাবে বিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী-নির্ণয়ের নীতিগুলির আলোচনায়। পাঠ্যসূচী-নির্ণয়ের নীতিকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়—(১) বিষয় নির্বাচন (Selection of Content matter) এবং (২) বিষয়বস্তু বিন্যাসের নীতি (Organisation of Content matter.)

ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু নির্বাচনের নীতি : যে নীতিগুলির উপর অধিক গুরুত্ব আরোপ করা উচিত, সেগুলি হ'ল—

(১) বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য—এমন বিষয়বস্তু পাঠ্যসূচীতে স্থান দেওয়া উচিত যার মাধ্যমে শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলিকে সহজেই রূপায়িত করা সম্ভব।

/ (ক) জ্ঞানের জন্য—নক্ষত্রজগৎ, সূর্য, পৃথিবী, আবহাওয়া, সাধারণ যন্ত্রপাতি, বিজ্ঞানের ইতিহাস, বৈজ্ঞানিকদের জীবনী পাঠ্যসূচীতে স্থান দিতে হবে।

/ (খ) ধারণাভারের জন্য—বস্তু ও শক্তির রূপান্তর, পদার্থের বৈদ্যুতিক গঠন, বিভিন্ন প্রকৃতির ঘটনার অন্তর্লীন সম্বন্ধ-সম্পর্কিত আলোচনাগুলিকে স্থান দিতে হবে।

(গ) প্রয়োগ ও দক্ষতা অর্জনের জন্য—বিজ্ঞানের ব্যবহারিক জ্ঞানকে স্থান দিতে হবে।

(২) ছাত্রের চাহিদা এবং আগ্রহ (Needs & interests)—শিশুর আগ্রহ এবং চাহিদা তার জীবন-বিকাশের স্তরগুলির সঙ্গে বিশেষভাবে জড়িত। প্রাথমিক ও নিম্ন-মাধ্যমিক স্তরের শিক্ষার্থী আবেগ এবং কৌতূহল দ্বারা পরিচালিত। প্রতি দিনের নতুন অভিজ্ঞতা তার মধ্যে বিশ্বাসের উদ্রেক করে। আবার বিদ্যালয়ের শেষ স্তরে বা কলেজীয় শিক্ষায় শিক্ষার্থী বিভিন্ন জ্ঞানের মধ্যে একেবারে অনুসন্ধান করে। নতুন জ্ঞান-আহরণের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর দৃষ্টিভঙ্গীকে তিনটি স্তরে ভাগ করা যায়। হোয়াইট-হেডের মতে স্তর তিনটি হ'ল—আবেগ (Romance), নৈপুণ্য (Precision) এবং সামান্যীকরণ (Generalisation)। গর্ডন নানের মতে স্তর তিনটি—বিশ্ময় (Wonder), উপযোগিতা (Utility) এবং যুক্তি (Logic)। দুই শিক্ষাবিদে মতে বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রাথমিক স্তরে শিক্ষার বিষয়বস্তুগুলি শিক্ষার্থীর কৌতূহল ও আবেগ চরিতার্থ করবে, মিতীয় স্তরে বিজ্ঞান-শিক্ষার বিষয়বস্তু হবে উপযোগিতামূলক এবং শিক্ষার্থী পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের নৈপুণ্য-অর্জনের মাধ্যমে জ্ঞানলাভ করবে। শেষ স্তরে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু হবে যুক্তিমূলক এবং শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের সাধারণ সত্য বা সূত্র, তত্ত্ব ও নীতিগুলি আয়ত্ত করবে।

(৩) শিক্ষার্থীর ভবিষ্যৎ জীবন (Career of the Student)—বিদ্যালয়ের শিক্ষার শেষে কেউ বৃত্তি গ্রহণ করে, উচ্চতর পাঠ-গ্রহণে কেউ বিজ্ঞান, কেউ বা কলা ও অন্যান্য বিষয় নিয়ে পড়াশুনা করে। বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় সকল শিক্ষার্থী যাতে নিজ নিজ ভবিষ্যৎ জীবনে উপযুক্ত সুযোগ পায়, তার জন্য পাঠ্যসূচীতে বিভিন্ন অভিজ্ঞতা অন্তর্ভুক্ত করতে হবে।

(৪) সামাজিক প্রয়োজন—গ্রামের সমস্যা থেকে শহরের সমস্যা ভিন্ন, সমতলের সমস্যা থেকে পাহাড়ের সমস্যাও ভিন্ন। প্রত্যেক শিক্ষার্থী বিজ্ঞান-শিক্ষা লাভ করে যাতে নিজ নিজ সমাজের সমস্যা-সমাধান করতে পারে, তার জন্য পাঠ্যসূচীর বিষয়-বস্তুগুলি নির্বাচন করতে হবে।

(৫) নমনীয়তার নীতি (Flexibility)—সামাজিক প্রয়োজন, শিক্ষার্থীর চাহিদা এবং বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষার সুযোগ অনুসারে পাঠ্যসূচীকে



পরিবর্তন করবার স্বাধীনতা বিদ্যালয়ের থাকা উচিত। যেক্ষেত্রে সে স্বাধীনতা নেই, সেখানে অভিজ্ঞতাভিত্তিক উদাহরণের সাহায্যে নির্দিষ্ট পাঠ্যসূচীর অন্তর্গত বিষয়বস্তুর পাঠ দেওয়া সম্ভব।

(৬) **অনুবন্ধ ও সমন্বয়ন**—(Correlation and Integration)—ভৌত বিজ্ঞানের সঙ্গে বিভিন্ন বিষয় যেমন—গণিত, ভূগোল, জীবন-বিজ্ঞান, এমন কি ইতিহাস ও সাহিত্যের যোগাযোগ আছে। ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু ও আলোচনা এমনভাবে নির্বাচিত হওয়া উচিত যাতে শিক্ষার্থীর নিকট ভৌত বিজ্ঞান এক বিচ্ছিন্ন বিষয় হিসাবে পরিগণিত না হয় এবং শিক্ষার্থী ভৌত বিজ্ঞানের জ্ঞান সাফল্যের সঙ্গে অন্যান্য বিষয়ের জ্ঞান-অর্জনের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারে।

(৭) **সময়-সীমা** (Time limit)—কোন শিক্ষাবর্ষে বিজ্ঞান-শিক্ষায় যতটুকু সময় দেওয়া হয়, তার ভিত্তিতেই বিষয়বস্তুর নির্বাচন এবং আলোচনার সীমা নির্ধারণ করা উচিত।

**কতকগুলি গোঁথ বা পরোক্ষ নীতি**—ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু নির্বাচনের নীতিগুলি সম্পর্কে সকলে একমত নন। উপরিউক্ত নীতিগুলি ছাড়াও আরও অনেক নীতির কথা জানা যায়। যেমন—

**মাধ্যমিক শিক্ষা-কমিশন অনুযায়ী :**

—জ্ঞানের অখণ্ডতার নীতি, অবসর-বিনোদনের নীতি

**স্বাধীন ভারতের প্রয়োজন অনুযায়ী :**

—দারিদ্র্য-দূরীকরণ, সমাজতান্ত্রিক সমাজ-ব্যবস্থা ও জাতীয় সংহতির নীতি।

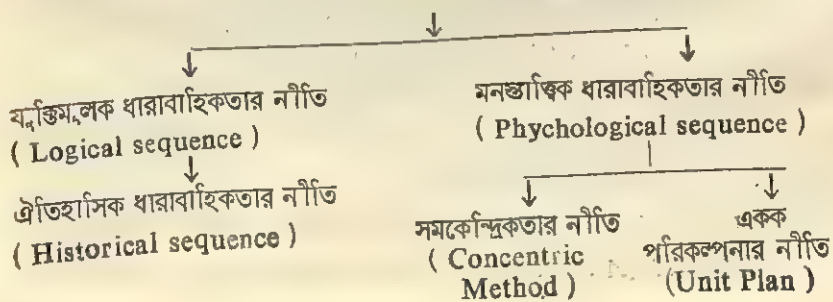
**শিক্ষার ব্যাপক উদ্দেশ্য অনুযায়ী**—আন্তর্জাতিকতা-নীতি ইত্যাদি।

### বিষয়বস্তু-বিন্যাসের নীতি

#### ( Organisation of Content matter )

বিষয়বস্তু-নির্বাচনের পর প্রশ্ন উঠবে কোন বিষয় আগে এবং কোনটি পরে পড়ানো হবে। এরজন্য জানতে হবে, বিষয়বস্তু-বিন্যাসের নীতিগুলি কি কি।

#### ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু বিন্যাসের নীতি



বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রথম স্তরে পাঠ্যসূচীর বিষয়বস্তুকে মনস্তাত্ত্বিক ধারাবাহিকতার নীতি অনুযায়ী সাজাতে হবে। শিক্ষার বিষয়বস্তু হবে স্থানীয় (topical), তথ্য-ভিত্তিক (factual) ও মূর্ত (concrete)। বিজ্ঞান-শিক্ষার শেষ স্তরে পাঠ্যসূচীর বিষয়বস্তুকে যুক্তির ধারাবাহিকতা অনুযায়ী সাজাতে হবে। বিষয়বস্তু হবে বিমূর্ত (Abstract) এবং ধারাবাহিক (systematic)।

## ৥ আলোচনা ৥

১। মনস্তাত্ত্বিক পদ্ধতি : নতুন জ্ঞানের প্রতি শিশুর দৃষ্টিভঙ্গী অনুসারে পাঠ্য বিষয়ের বিন্যাস এবং পাঠদান হ'ল মনস্তাত্ত্বিক পদ্ধতির মূল কথা। আমরা আগেই উল্লেখ করেছি নতুন জ্ঞানের প্রতি শিক্ষার্থীর দৃষ্টিভঙ্গীকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। [ বিষয়বস্তু-নির্বাচনের ২নং ধারা দেখুন। ] প্রথম স্তরে শিক্ষার্থীকে এমন বিষয়গুলাদি পড়ানো উচিত, যেগুলি শিশুর আবেগ এবং কৌতূহলকে চরিতার্থ করতে সমর্থ হয়। দ্বিতীয় স্তরে বিষয়বস্তুগুলি এমন হবে, যার মাধ্যমে নিখুঁত পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে শিক্ষার্থী প্রয়োজনীয় জ্ঞানলাভ করতে পারে। তৃতীয় এবং শেষ স্তরে শিক্ষার্থীকে সমস্যা-সমাধানের মাধ্যমে বা আবিষ্কার করে সব বিষয় শিখতে হবে। পূর্বে যে সমস্ত জ্ঞান শিক্ষার্থী বিচ্ছিন্নভাবে আহরণ করেছে, তার মধ্যে ঐক্যের সন্ধান করতে শিক্ষার্থী আগ্রহী হবে। শিক্ষার্থী বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও সূত্রগুলি আয়ত্ত করবে।

উদাহরণ : অম্ল ও ক্ষারকের ধর্ম। বিষয়টি বিজ্ঞানের এক প্রয়োজনীয় জ্ঞান। এগার কি বার বছরের শিশুকে সে জ্ঞান কিভাবে দেওয়া যাবে ?

কোন তরলে নীল লিটমাস কাগজ ডোবালে লাল হয় এবং কোন তরলে লাল লিটমাস ডোবালে নীল হয়ে যায়। লিটমাস কাগজের রঙ-এর পরিবর্তনটুকুই শিশুকে দেখানো যেতে পারে। এই পরিবর্তন তার কাছে অস্বাভাবিক মনে হয় এবং তার বিস্ময়ের উদ্রেক করে। শব্দ রঙ পরিবর্তনের জ্ঞান কোন প্রয়োজনীয় জ্ঞান নয়, কিন্তু এগার বছরের শিশুর কাছে আনন্দের সামগ্রী।

চৌদ্দ-পনের বছরের শিক্ষার্থীদের কাছে লিটমাস কাগজের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে ধারণা দিতে হবে। এই স্তরের শিক্ষার্থীরা অম্ল ও ক্ষার সনাক্তকরণে লিটমাস কাগজের ব্যবহার করবে। আরও কি কি উপায়ে অম্ল এবং ক্ষার সনাক্ত করা যায়, শিক্ষার্থীরা জানবে। গ্রামের ছেলেদের কাছে এই জ্ঞান প্রয়োজনীয় হয়ে ওঠে। জমিতে অম্লের ভাগ বেশী কি না, কিংবা জমিতে চুন ছড়াতে হবে কি না, এই সমস্যাগুলি তারা অনায়াসে সমাধান করতে পারবে এই জ্ঞানের সাহায্যে।

শিক্ষার আরও উচ্চ পর্যায়ে অম্ল ও ক্ষারের মধ্যে সম্বন্ধ, প্রশমন, অম্লমিতি, ক্ষারমিতি, নির্দেশক দ্রবণের ব্যবহার ইত্যাদি শিক্ষার্থী শিখবে। প্রশমনের ক্ষেত্রে কখন কোন ধরনের দ্রবণ ব্যবহার করা উচিত জানবে।

উপসংহার : বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রথম স্তরে বিজ্ঞানকে শিশুর খেলার সামগ্রী করে তুলতে হবে এবং দেখতে হবে শিক্ষণীয় বিষয় দীর্ঘ হয়ে যেন ধৈর্যচ্যুতি না ঘটায়।

বিষয়বস্তুকে মনস্তত্ত্বনির্ভর উপায়ে বিন্যাস করতে হবে। শিক্ষার বিষয়বস্তু হবে স্থানীয়, তথ্যাভিত্তিক এবং মূল্যবান।

২। **যুক্তিমূলক পদ্ধতি**—বিশাল জ্ঞান-ভাণ্ডারকে অনুধাবনের জন্য এবং কাজের সুবিধার জন্য জ্ঞানকে সুবিধাজনক উপায়ে কতকগুলি ভাগে ভাগ করা হয়েছে এবং প্রত্যেক ভাগের নাম দেওয়া হয়েছে বিষয় (subject)। অনুরূপভাবে বিজ্ঞানের ক্রমবর্ধমান জ্ঞান-ভাণ্ডারকে বিশ্লেষণ করে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করতে হয়েছে। বিজ্ঞানের জ্ঞানের শ্রেণী-বিভাগের নীতিগুলি হল। (ক) **বিষয়বস্তুর বৈশিষ্ট্য (Nature of the Content matter)** এবং (খ) **সত্য উপনীত হবার বিশেষ পদ্ধতি (Methods used in deriving the truth)**। বিজ্ঞানের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যাবে এই শ্রেণী-বিভাগের উপর ভিত্তি করেই বিজ্ঞানের অগ্রগতি সম্ভব হয়েছে। নিয়মিত জ্ঞানলাভের জন্য কোন একটি বিশেষ বিষয়কে আরও ক্ষুদ্র অংশে (chapter) ভাগ করা প্রয়োজন। উচ্চতর শিক্ষার বিষয়বস্তু যুক্তিনির্ভর উপায়ে বিন্যাস করা একান্ত প্রয়োজন। বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে বিশেষ করে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন এবং জ্যোতির্বিদ্যার বিষয়বস্তুগুলি যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতায় সাজানো হয়।

যুক্তিমূলক উপায়ে বিষয়বস্তুকে সাজাতে গিয়ে বিশেষ কোন যুক্তি মেনে চলা সব সময় সম্ভব নয় এবং উচিতও নয়। আবার বিষয়বস্তুর সজ্জায় নানা ধরনের যুক্তি থাকতে পারে। প্রয়োজনের দিকে লক্ষ্য রেখে বিশেষ কোন যুক্তি ধরে বিষয়বস্তু সাজানো যেতে পারে। যেমন রসায়নে প্রথমে জানা মৌলিক পদার্থের পাঠ, তারপর দ্বিমৌলের যৌগ (binary compound), তারপর জটিল যৌগ (complex compound)—এইভাবে পাঠ সাজানো যেতে পারে। আবিষ্কারের সময় অনুসারে অথবা আনবিক গুরুত্ব অনুসারে প্রথমে অম্ল, পরে ধাতু ও তারপর যৌগগুলি পড়ানো যেতে পারে। (এই ধারাই পূর্বের Intermediate এবং Higher Secondary-তে অনুসরণ করা হ'ত)। এটাও যুক্তিভিত্তিক ধারা। আবার পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে মৌলগুলিকে সাজিয়ে পড়ানো যেতে পারে, অথবা পর্যায় সারণীর (Periodic Table-এর) গ্রুপ অনুসারে মৌলিক পদার্থগুলিকে সাজিয়ে পড়ানো যেতে পারে। (B. Sc.-তে এইভাবেই মৌলিক পদার্থগুলিকে পড়ানো হয়)।

যুক্তিনির্ভর উপায় বৃদ্ধিমান বয়স্ক ছাত্রদের নিকট উপযুক্ত। যুক্তি যদি পুরোপুরি মানতে যাওয়া হয়, দেখা যাবে, বিষয়বস্তুর বিন্যাস বৈচিত্র্যহীন এবং আবেদনশূন্য হয়ে পড়তে পারে। যুক্তি অনুসারে বিষয়বস্তুকে সাজানো বড় কথা নয়, বড় কথা হ'ল যুক্তিমূলক বিন্যাস শিক্ষার্থীর নিকট হৃদয়গ্রাহী হবে কি না।

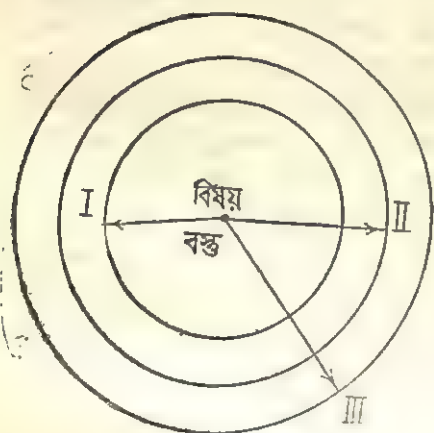
**উপসংহার**—শিক্ষার্থীর প্রয়োজন ও চাহিদার কথা মনে রেখে যতদূর সম্ভব যুক্তিমূলক উপায়ে বিষয়বস্তুকে সাজানো যেতে পারে। শুধু যুক্তিনির্ভর উপায়ে বিন্যাস করলে বিষয়বস্তু হয়ত ছকে বাঁধা হতে পারে, কিন্তু এক্ষেত্রে তা নাও হতে পারে। তবু বিজ্ঞান-শিক্ষাকে সমন্বয়পযোগী এবং জীবনোপযোগী করতে গেলে এছাড়া কোন উপায় নেই।

৩। **সমকেন্দ্রিকতার নীতি**—(Concentric Method) : সমকেন্দ্রিকতার



বা এককেন্দ্রিকতার নীতি তথাকথিত শ্রেণীকক্ষের কোন শিক্ষা-পদ্ধতি নয়। সমকেন্দ্রিকতার বা এককেন্দ্রিকতার নীতি প্রকৃতপক্ষে মনস্তাত্ত্বিক পাঠবিন্যাস-পদ্ধতিরই এক অঙ্গ বিশেষ। কোন একটি বিষয়ের পুরোপুরি আলোচনা একটি শ্রেণীতে এক বছরেই করা সম্ভব হয় না বা অনেক সময় সেটা করাও উচিত নয়। এসব ক্ষেত্রে বিষয়টির সহজ এবং সংক্ষিপ্ত আলোচনা প্রথম বছর নীচের শ্রেণীতে করা যেতে পারে। পরবর্তী বছর এই সব শিক্ষার্থী যখন উপরের শ্রেণীতে পড়বে, তখন বিষয়বস্তুর আলোচনা আরও ব্যাপক ও আরও গভীরভাবে করা যেতে পারে। অন্তিম স্তরে বিষয়বস্তুর যুক্তিমূলক আলোচনা শিক্ষার্থীদের কাছে রাখা যেতে পারে। বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষার্থীর মানসিক যোগ্যতা বৃদ্ধি পায়। সেজন্য পাঠ্য বিষয়ের পরিধিও মানসিক বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ক্রমাগত বৃদ্ধি করতে হবে।

বিষয়বস্তুর এই ধরনের বিন্যাসের সঙ্গে সমকেন্দ্রিক বা এককেন্দ্রিক বৃত্তের সাদৃশ্য থাকায়, পাঠ্যসূচীর বিন্যাসের এই পদ্ধতিকে সমকেন্দ্রিকতার পদ্ধতি বা নীতি বলে। সমকেন্দ্রিক বৃত্তের কেন্দ্রগুলি অভিন্ন। কেন্দ্র থেকে যত দূরে যাওয়া যায়, বৃত্তের ব্যাসার্ধ দীর্ঘতর হয় এবং বৃত্তের ক্ষেত্রফলও বৃদ্ধি পায়। যদি কেন্দ্রকে বিষয়বস্তু, ব্যাসার্ধকে কাঠিন্য-মাত্রা এবং বৃত্তের ক্ষেত্রফলকে আলোচনার ব্যাপ্তির সঙ্গে তুলনা করা যায়, তাহলে সমকেন্দ্রিকতার নীতি সহজেই উপলব্ধি করা যাবে।



Iনং বৃত্তের সাহায্যে দেখানো হয়েছে বিষয়বস্তুর সংক্ষিপ্ত ও সহজ আলোচনা।

IIনং বৃত্তের সাহায্যে বিষয়বস্তুর ব্যাপকতর ও জটিলতর আলোচনা।

IIIনং বৃত্তের সাহায্যে বিষয়বস্তুর ব্যাপকতম ও জটিলতম আলোচনা।

উদাহরণ : বিষয়—বায়ু (Air)

[ পঃ বঃ মঃ শিঃ পঃ-এর ভৌত বিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী অনুসরণে উদাহরণ ]

প্রথম স্তর—সপ্তম শ্রেণীতে বায়ুর ওজন, বায়ুমণ্ডল ও বায়ুর চাপ, ব্যারোমিটারের নীতি, বায়ুর উপাদান, উপাদানগুলির পৃথকীকরণ, মিশ্রণের উপাদান, পৃথকীকরণের বিভিন্ন উপায়—পরিম্রাষণ পদ্ধতি, চুম্বক পদ্ধতি, আশ্রাষণ পদ্ধতি, স্ফটিকীকরণ ইত্যাদি পড়ানো যেতে পারে, কারণ বিষয়বস্তুগুলি সহজ এবং সংক্ষিপ্ত।

দ্বিতীয় স্তর—অষ্টম শ্রেণীতে বায়ুকে কেন মিশ্রপদার্থ বলা হবে, বায়ু-চলাচলের নীতি, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, উষ্ণতা, বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন স্তরে চাপ ও উষ্ণতার পরিবর্তন, বেলুন ও উড়োজাহাজ উড়বার উপায়, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের প্রস্তুতি ও ধর্ম,

অব্লাইড, মরীচা ধরবার নীতি, জারণ-বিজারণ ইত্যাদি পড়ানো যেতে পারে। কারণ সপ্তম শ্রেণীর পাঠের তুলনায় এই পাঠ কঠিন এবং ব্যাপক।

তৃতীয় স্তর—দশম শ্রেণীতে গ্যাসের ধর্ম, চাপ ও উষ্ণতার সম্পর্ক, বয়েল এবং চার্লসের সূত্র, অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প, গ্যাসের গতিতত্ত্ব-সম্পর্কিত ধারণা ইত্যাদি দেওয়া যেতে পারে। কারণ বিষয়গুলি অনেক কঠিন এবং ব্যাপক।

## ॥ পদ্ধতির স্দবিধা ॥

১। কয়েকটি শিক্ষানীতির উপর পদ্ধতিটি প্রতিষ্ঠিত—

(ক) “সম্পূর্ণ থেকে অংশ” (From whole to parts)

(খ) “সহজ থেকে কঠিন” (Simple to complex)

(গ) “গদ্বত থেকে বিগদ্বত” (Concrete to abstract)

২। যেহেতু প্রথমেই ছাত্রদের সমগ্র বিষয় সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা দেওয়া হয় এবং ধীরে ধীরে জটিলতর ও ব্যাপকতর আলোচনায় যাওয়া হয়, সেজন্য ছাত্রদের আগ্রহ খদ্ব বৈশী হয় এবং অত্যন্ত কঠিন বিষয় শিখতেও বিব্রত হয় না।

৩। আগের বছর ছাত্ররা যা শিখেছে, পরের বছর সেটাকে পদ্বনরায় পড়বার স্দযোগ থাকে।

## ॥ অস্দবিধা ॥

একই বিষয়কে শিক্ষকের বিভিন্ন শ্রেণীতে পড়াতে হয় বলে এবং পড়তে হয় বলে শিক্ষার্থীর কাছে বিষয়বস্তু কখন অভিনবস্থ থাকে না। একই শিক্ষক যদি প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কোন নির্দিষ্ট ছাত্রদের না পড়ান, তাহলে বিভিন্ন স্তরের আলোচনার মধ্যে সংযোগ সাধিত হবে না এবং পদ্বনরাবৃত্তির স্দযোগ থেকে যাবে।

## ৪। একক পরিকল্পনা বা একক পদ্ধতি বা টপিক পদ্ধতি

### ( Unit Plan or Topic Method )

মনস্তাত্ত্বিক পাঠ বিন্যাসের একটি অন্যতম পদ্ধতি হ'ল একক পরিকল্পনা। একক পরিকল্পনায় পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত বিষয়বস্তুকে কতকগুলি স্দবিধাজনক অংশে ভাগ করা হয়। প্রত্যেক অংশকে বলে একক। প্রত্যেক এককে থাকে কতকগুলি স্দপরিবর্তিত, পরস্পর সম্পর্কযুক্ত ঐক্যবদ্ধ জ্ঞান বা কর্মসূচী; যেগুলি জেনে বা শিখে শিক্ষার্থী পরিবেশের সাথে সঙ্গতি-বিধান করতে পারে বা পরিবেশকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। কোন একক রচনা ও পরিকল্পনায় নিম্নের বিষয়গুলির উপর গদ্বরু দিতে হয়—

(ক) শিক্ষার্থীর যোগ্যতা, চাহিদা ও আগ্রহ, (খ) শিক্ষার্থীর পদ্ববৃত্তান, (গ) শিক্ষার্থীর নতুন জ্ঞান আহরণের স্দযোগ, (ঘ) বিষয়বস্তু নমনীয়তা, (ঙ) শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগত বৈষম্য, (চ) শিক্ষার্থীর পরিবেশ ও জীবনযাত্রা, (ছ) এককের দৈর্ঘ্য, (জ) বহির্ভ্রমণ, পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং ডেমোনস্ট্রেশনের স্দযোগ, (ঝ) একক পরিকল্পনায়

শিক্ষকের সাথে শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণের সুযোগ এবং (এ) এককের অন্তর্ভুক্ত বিষয়-গুণের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক।

আমাদের দেশে শিক্ষকদের পাঠ্যসূচী নির্মাণে কোন ভূমিকা নেই বলে অভিযোগ করা হয়। ভূমিকা না থাকলেও শিক্ষক শিক্ষাদানের সুবিধার্থে বিষয়বস্তুগুণের বিভিন্ন এককে সজ্জিত করতে পারেন। একক পরিকল্পনা যদি সঠিক হয় তাহলে শিক্ষার্থীরা এককের অন্তর্ভুক্ত জ্ঞান বা কর্মসূচী অনুযায়ী শিক্ষালাভ করে এককের বিষয়বস্তু সামগ্রিকভাবে উপলব্ধি করতে পারবে।

সাধারণতঃ কোন বিশেষ বৈশিষ্ট্যের দিকে নজর রেখে একক পরিকল্পনা করা হয়ে থাকে। তবুও কোন সমস্যার ভিত্তিতে বিশেষতঃ কোন জীবনকেন্দ্রিক সমস্যার ভিত্তিতে একক পরিকল্পনা করলে এবং সেই একক অনুযায়ী পাঠদান করলে শিক্ষার্থীদের নিকট শিক্ষা আরও অর্থবহ হয়ে উঠে। সমস্যামূলক এককগুলি তিন ধরনের হতে পারে—(ক) পরিবেশকেন্দ্রিক, (খ) জীবনকেন্দ্রিক এবং (গ) পরিবেশ ও জীবনকেন্দ্রিক।

একক পরিকল্পনা শিখনের মূল নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। একক বেহেতু কোন বিশেষ বৈশিষ্ট্য বা সমস্যাকে কেন্দ্র করে রচিত হয়, সেজন্য পরস্পর সম্পর্কযুক্ত অনেক বিষয়ের সমাবেশ ঘটে একটি এককে। শিখনের সমগ্রতাবাদ নীতি (Gestaltism) অনুযায়ী একক পরিকল্পনা খুবই সার্থক। এছাড়া থর্নডাইকের শিক্ষানীতি অনুযায়ী প্রস্তুতি, অনশীলন এবং প্রেষণা আনয়নে একক পরিকল্পনা সাহায্য করে। বিজ্ঞানে আমরা পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, জীবন বিজ্ঞান পৃথক পৃথকভাবে পাঠ করি। কিন্তু জীবনে এমন অনেক সমস্যা আসে যার সমাধান শুধু মাত্র পদার্থবিদ্যা, রসায়ন বা জীবন বিজ্ঞানের জ্ঞানের সাহায্যে সমাধান করা যায় না। হয়ত এই কারণেই অনেক সময় শুধু পদার্থ বিজ্ঞান বা রসায়নের জ্ঞান অর্জন আমাদের কাছে অর্থবহ বলে মনে হয় না। তাই শিক্ষা এককের মাধ্যমে শিক্ষালাভ করলে বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার জ্ঞানকে শিক্ষার্থীর নিকট বিচ্ছিন্ন বলে মনে হবে না।\*

একক পদ্ধতিতে সজ্জিত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুকে শেখাবার জন্য বিভিন্ন শিক্ষাপদ্ধতি গ্রহণ করা যায়। যেমন—বস্তুতা, প্রতিপাদক ও কার্যসমস্যা, সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি ইত্যাদি। চিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক মরিসন এই পদ্ধতির প্রয়োগ-সম্পর্কিত গবেষণা করেছেন প্রথম বিশ্ব-মহাযুদ্ধের পরে।

প্রকৃতপক্ষে সাধারণ বিজ্ঞানের পাঠে একক পদ্ধতি অধিকতর সাফল্যের সঙ্গে প্রয়োগ করা যায়; কারণ স্বরূপ বলা যায়, সাধারণ বিজ্ঞান অধিকতর জীবনোপযোগী। দ্বিতীয়তঃ, সাধারণ বিজ্ঞানে, বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার জ্ঞানলাভের সুযোগ আছে। কিন্তু বিশেষধর্মী বিজ্ঞান যেমন পদার্থবিদ্যা কিংবা রসায়ন অথবা ভৌত বিজ্ঞানে একক পরিকল্পনা করা অসম্ভব হয়ে ওঠে। সেক্ষেত্রে জীবনকেন্দ্রিক বিষয়কে ঘিরে



পাঠদানের পরিবর্তে কোন বৈজ্ঞানিক নীতি বা তথ্যকে ঘিরে বিভিন্ন শাখার জ্ঞান পরিবেশন করা যেতে পারে।

॥ আলোচনা ॥ আমরা পদার্থ বিজ্ঞানে বায়ুর চাপ, ওজন, আবহাওয়া ; রসায়নে বায়ুর উপাদান, জীবনবিজ্ঞানে শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়া বিচ্ছিন্নভাবে পড়িয়ে থাকি। বিচ্ছিন্নভাবে জ্ঞানদানের পরিবর্তে যদি পড়ানো যায় “যে বায়ু শ্বাস-প্রশ্বাসে গ্রহণ করি” তাহলে প্রসঙ্গক্রমে পূর্বের সব আলোচনা, যেমন—বায়ুর চাপ, উপাদান, জীবদেহের সঙ্গে বায়ুর সম্পর্ক ইত্যাদি সবই একে একে আসবে ; তখনই এই জ্ঞান হবে আরও উপযোগিতামূলক।

উদাহরণ : (১) “যেসব জিনিস জলে ভাসে” (Things that float) :

॥ পাঠদানের উদ্দেশ্য ॥ তরলের আভ্যন্তরীণ ঘাত ( বা বল ) সম্পর্কে মানুষের অভিজ্ঞতা আছে। নৌকা চালানো, স্নান করা, সাঁতার কাটার কৌশল সম্পর্কে কমবেশী অভিজ্ঞতা সকলেরই আছে। এ অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে উদ্বিহ্বিত-বিদ্যা (Hydrostatics) সম্পর্কিত অনেক তথ্য ছাত্রদের কাছে তুলে ধরা যায়। এই পাঠের বিষয়বস্তু হ’ল অধিকাংশই শ্রেণীর বাইরের বাস্তব জীবনের ঘটনা। সেই বাস্তব জীবনের ঘটনার পরিপ্রেক্ষিতেই বিজ্ঞানের বিভিন্ন সত্য বা তথ্য আয়ত্ত করা হ’ল পাঠের উদ্দেশ্য। ভাসনের নীতি সম্পর্কে বিজ্ঞানসম্মত জ্ঞানলাভ করতে গিয়ে শিক্ষার্থী জীবনের আরও অনেক ঘটনা জানতে পারবে। বাইরের গাছপালা, পশুপাখী, বিভিন্ন পরিবেশ সম্পর্কে অনেক ধারণা গড়তে পারবে। ভাসনের নীতি শিক্ষার্থীর কাছে মনোহর করবার বিষয় না হয়ে প্রয়োগ করবার বিষয় হয়ে দাঁড়াবে।

॥ শিক্ষণীয় বিষয়গুণি ॥

\* কিছু কিছু জিনিস জলে ভাসে \* কিছু জিনিস জলে ভাসে না \* কিছু গাছপালা ও জীবজন্তু জলে ভাসে \* মানুষ সাধারণতঃ জলে ভাসতে পারে না, কিন্তু কৌশল আয়ত্ত করলে ভাসতে পারে, আবার কোন জিনিসের সাহায্য নিয়েও জলে ভাসতে পারে \* ভাসমান বস্তুর ওজন বৃদ্ধি করা হলে বস্তু শেষ পর্যন্ত ডুবে যেতে পারে \* ভাসমান বস্তু অত্যন্ত ভারী হ’লে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় সহজে নিয়ে যাওয়া যায় \* কিছু জিনিস আছে যা জলে ভাসে, কিন্তু অন্য তরলে ডুবে যায় \* ভাসনের শর্তাবলী সম্পর্কে অভিজ্ঞতাদানের জন্য পরীক্ষা \* কিছু জিনিস আছে প্রথম দিকে জলে ভাসলেও শেষ পর্যন্ত ডুবে যায় ( যেমন—টুকরো কাগজ, শুকনো পাতা ) \* কতগুলি পদার্থ আছে যা জলে ডুবে যায়, কিন্তু সেই পদার্থ-নির্মিত পাত্র জলে ভাসে ( যেমন—লোহা এবং লোহার কড়াই )।

পদ্ধতি : দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার মাধ্যমে উপরের প্রত্যেকটি বিষয়ে পাঠদান করলে পরিবেশ ও জীবনের সঙ্গে পাঠ্য বিষয়ের যোগাযোগ গড়ে তোলা সম্ভব হতে পারে।

৫। ঐতিহাসিক ধারাবাহিকতার নীতি বা পদ্ধতি (Historical Method) : প্রকৃতপক্ষে ঐতিহাসিক পদ্ধতি যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতার পাঠ্য-বিষয়-সম্ভার একটি

উপায়বিশেষ। এই পদ্ধতিতে আবিষ্কারের সময় অনুসারে বিজ্ঞানের পাঠ্য-বিষয় সাজানো হয়। যে আবিষ্কার প্রথমে হয়েছে, সেই আবিষ্কার-সংক্রান্ত পাঠ প্রথমে নীচু শ্রেণীতে অথবা কোন বিশেষ শ্রেণীতে প্রথম দিকে পড়ানো হবে। অপেক্ষাকৃত পরবর্তী সময়ে যে আবিষ্কার হয়েছে, সেই আবিষ্কার-সংক্রান্ত পাঠ উঁচু শ্রেণীতে অথবা কোন বিশেষ শ্রেণীতে বছরের শেষে দেওয়া হবে।

[ বিস্তৃত আলোচনার জন্য “বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি” শীর্ষক অধ্যায়ে “ঐতিহাসিক পদ্ধতি” দেখুন। ]

## ॥ পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ-প্রবর্তিত বর্তমান ভৌতবিজ্ঞান পাঠ্যসূচীর সমালোচনার রূপরেখা ॥

বিষয়বস্তু—নির্বাচনের বৈশিষ্ট্য :

১। উদ্দেশ্য : [ জ্ঞান ] বিশ্বজগৎ, পরিবেশ এবং প্রাত্যহিক জীবনের বিজ্ঞান সম্পর্কে জ্ঞানলাভের জন্য নক্ষত্র, মহাকর্ষ, গ্রহণ, বায়ু, জল সপ্তম শ্রেণীতে ; অশ্ল, ক্ষার, গ্যাস অষ্টম শ্রেণীতে ; পদার্থ, শক্তি নবম শ্রেণীতে এবং নিত্য-ব্যবহার্য রাসায়নিক পদার্থের পাঠ দশম শ্রেণীতে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

[ ধারণা ] বিজ্ঞানের কার্যকারণ ও প্রক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা দিতে পলবতা, জলের সমোচ্চশীলতা ও তাপের প্রভাবে বস্তুর প্রসারণ, মরীচা ধরবার নীতি, জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ, তাপ-সঞ্চালন, চুম্বকত্ব, তাপের প্রকৃতি, আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, গ্যাসের উষ্ণতা, চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক, বিদ্যুৎপ্রবাহের নীতি, শক্তির নিত্যতা, গতিসূত্র, কার্য ও শক্তি, পদার্থের পারমাণবিক গঠন, মৌলের পর্যায় ভাগ (Periodic classification) এবং আরও অনেক বিষয়ের সংযোজন করা হয়েছে।

[ প্রয়োগ ] বিজ্ঞানের জ্ঞানকে কার্যকর উপায়ে বাস্তবে প্রয়োগ করা যেতে পারে, সেটা শিক্ষার্থীকে বোঝান হয়েছে বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, বৈদ্যুতিক বাতি প্রভৃতির আলোচনায়।

২। শিশুর চাহিদা—শিক্ষার্থীর কৌতূহল-নিরসনের জন্য শিক্ষার প্রথম স্তরে অর্থাৎ সপ্তম শ্রেণীতে স্থান পেয়েছে নক্ষত্রজগৎ, জলবায়ু, বৈজ্ঞানিকদের জীবনী ; শেষ স্তরে বিজ্ঞানের তত্ত্বগত উপলব্ধির জন্য নবম এবং দশম শ্রেণীতে পরিমাপ-পদ্ধতি, পদার্থের পারমাণবিক গঠন, পদার্থ সনাক্তকরণ ও জৈব যৌগের গঠন সম্পর্কে বিস্তৃত আলোচনা করা হয়েছে।

৩। সামাজিক চাহিদা—এক্স-রে, ক্যাথোড-রে, গ্যাসীয় মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহ, টেলিফোন, বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, বাল্ব, শব্দোক্তর তরঙ্গ এবং নিত্য-প্রয়োজনীয় বস্তু, যেমন—কাপড়কাচা সোডা, চুন, কেরোসিন, ন্যাপথালিন ক্লোরোফর্ম প্রভৃতির আলোচনা সমরোপযোগী।

৪। সময়—শিক্ষাবর্ষে শিক্ষাদানের সময়ের পরিপ্রেক্ষিতে প্রত্যেক বিষয়ের আলোচনা সীমিত করা হয়েছে পৃষ্ঠা-সংখ্যা, হরফের নমুনা, কাঠিন্যের মাত্রা উল্লেখ করে।

৫। **অনুবন্ধ**—ভৌত বিজ্ঞানের আলোচনায় পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের জ্ঞান কোথাও পৃথকভাবে এবং প্রয়োজনে মিলিতভাবে দেওয়া হয়েছে।

॥ বিষয়বস্তু বিন্যাসের বৈশিষ্ট্য ॥

১। **সমকেন্দ্রিকতার নীতি**—জল, বায়ু, গ্যাস, পদার্থের আণবিক গঠন, অম্ল ও ক্ষার, জলরণ ও বিজারণ, চৌম্বকত্ব, তড়িৎ, আলো, তাপ, পদার্থ ও শক্তি, ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের পাঠ সপ্তম শ্রেণী থেকে দশম শ্রেণী পর্যন্ত একাধিক শ্রেণীর পাঠ্যসূচীতে স্থান পেয়েছে। আলোচনার ব্যাপ্তি এবং কাঠিন্য উপরের দিকে ক্রমাগত অধিক হয়েছে।

২। **যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতা**—রসায়নের সূচীতে প্রথমে মৌলিক পদার্থ ( $C, O_2, H_2$ ), দ্বিতীয় স্তরে যৌগ ( $HCl, FeS, Co_2, NH_3$ ), শেষ স্তরে ত্রিযোগ, জটিল যৌগ (জৈব যৌগ) স্থান পেয়েছে যুক্তির ধারাবাহিকতায়।

৩। **মনস্তাত্ত্বিক ধারাবাহিকতা**—সপ্তম শ্রেণীতে তাপের প্রভাব (ঘটনা পরিচিতি); অষ্টম শ্রেণীতে তাপমান যন্ত্র, তাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক, তাপ-সঞ্চালনের উপায়, স্রু-পরিবাহী ও কু-পরিবাহীর ধারণা (কারণসমূহ); নবম শ্রেণীতে তাপের পরিমাণগত পরিমাপ, তাপ ও শক্তির সম্পর্ক (তাত্ত্বিক আলোচনা) মনস্তাত্ত্বিক ধারাবাহিকতায় স্থান পেয়েছে।

৪। **টীপিক পদ্ধতি**—সপ্তম ও অষ্টম শ্রেণীতে বায়ুর পাঠ টীপিক পদ্ধতিতে দেওয়া হয়েছে।

৫। **ঐতিহাসিক ধারাবাহিকতা**—জ্ঞানের ঐতিহাসিক ধারাবাহিকতায় নব্বই-জগতের জ্ঞান আগেই এসেছে এবং সে জ্ঞান সপ্তম শ্রেণীতে স্থান পেয়েছে। আধুনিক বিজ্ঞানের গোড়ায় মহাকর্ষের সূত্র আবিস্কৃত হয়েছে এবং সেজন্য তার আলোচনার স্থান পেয়েছে সপ্তম শ্রেণীতে। যন্ত্রবিদ্যা পরে এসেছে। তাই তার স্থান হয়েছে একটু পরে নবম শ্রেণীতে। জৈব যৌগের ইতিহাস নতুন। তার স্থান হয়েছে একেবারে শেষে দশম শ্রেণীতে।

**দৃষ্টি : বিষয়বস্তু-নির্বাচনে**

॥ **অনুবন্ধ** ॥ ভৌত বিজ্ঞানের সঙ্গে অন্যান্য বিষয়ের বিশেষ করে গণিতের অনুবন্ধ কোথাও স্থান পায়নি। যে পরিমাণগত তাত্ত্বিক উপলব্ধি বিংশ শতাব্দীর বিজ্ঞানের অন্যতম বৈশিষ্ট্য এবং যার জন্য বিজ্ঞানে গণিতের প্রয়োগ একান্তভাবে কাম্য, সেটা এড়িয়ে চলা হয়েছে, এমন কি নবম ও দশম শ্রেণীর ভৌত বিজ্ঞানেও। বিজ্ঞানে যারা উচ্চতর পাঠ গ্রহণ করবে না, তাদের নিকট গণিত এবং বিজ্ঞানের অনুবন্ধ চিরকাল অপরিচিত থেকে যাবে।

॥ **বৈজ্ঞানিক দক্ষতা, অনুরাগ** ॥ ভৌতবিজ্ঞানের পাঠক্রমে ব্যবহারিক শিক্ষা অনুপস্থিত। পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্ত গ্রহণের পরিবর্তে কতকগুলি ক্ষেত্রে ডেমন্স্ট্রেশনের সাহায্যে বৈজ্ঞানিক নীতি বা সূত্রের ধারণা দিতে বলা হয়েছে। সহ-পাঠক্রমিক কার্যবলীর উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়নি। সহজেই অনুমেয় এই ধরনের বিজ্ঞান-শিক্ষায় দক্ষতা ও অনুরাগের সৃষ্টি হতে পারে না।

॥ **শিশু মনস্তত্ত্ব** ॥ চার্লস ও বয়েলের সূত্র, ওহমের সূত্রে, আলোর আভ্যন্তরীণ প্রতিফলন, মৌলের পর্যায়-বিভাগ, পদার্থের পারমাণবিক গঠন প্রভৃতি শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে পরিবেশিত না হওয়ায় তাত্ত্বিক আলোচনায় পর্যবসিত।

॥ **জ্ঞান** ॥ ভৌত বিজ্ঞানে (ক) গতিবিদ্যা স্থান পেলেও স্থিতি-বিজ্ঞান, যেমন—সাম্য, বলের ভ্রামক, ভারকেন্দ্র ইত্যাদি, (খ) বিভিন্ন বৈজ্ঞানিকের জীবনী স্থান পেলেও তাদের কর্মপদ্ধতি, (গ) যান্ত্রিক কৌশলের আলোচনা প্রভৃতি স্থান পায়নি। আন্তর্জাতিক খ্যাতিসম্পন্ন বৈজ্ঞানিক ডঃ কে. এস. কৃষন এবং ডঃ হোমি ভাবার জীবনী যথাক্রমে চৌম্বকত্ব ও পারমাণবিক গঠনের আলোচনায় স্থান পাওয়া উচিত ছিল।

॥ **সামাজিক চাহিদা** ॥ এখনকার দিনে গ্রামের মানুষও অনেক বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করেন। যেমন—টোভ, সাইকেল, বাদ্যযন্ত্র, পাংপ, বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম। এইসব যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচয় করিয়ে দেবার কোন চেষ্টা করা হয়নি।

॥ **নমনীয়তা, ভবিষ্যৎ বৃত্তি** ॥ পাঠক্রমকে নমনীয় করবার সুযোগ নেই, কারণ এই পাঠসূচীর ভিত্তিতেই মাধ্যমিক পরীক্ষা গ্রহণ করা হবে। রসায়নের পাঠে—দেশের আকরিকের উৎস, ধাতুভিত্তিক-শিল্প, রসায়ন-শিল্প সম্পর্কে কোন জ্ঞান দেওয়া হয়নি। স্বাধীনতার পরে দেশের বিজ্ঞান, অর্থনীতি, জীবিকা ও প্রশিক্ষণের ক্ষেত্রে কি সুযোগ এনে দিয়েছে, তা জানা যায় না এই পাঠসূচী থেকে।

### ॥ **দ্রুটি : বিষয়বস্তু-বিন্যাসে** ॥

॥ **সমকেন্দ্রিক নীতি** ॥ সমকেন্দ্রিকতার নীতি অনুযায়ী অনেক বিষয় সংযোজিত হয়েছে ঠিকই, কিন্তু দুঃখের সঙ্গে লক্ষ্য করা যায়, অনেক ক্ষেত্রে দ্রুটি শ্রেণীতে বিষয়বস্তু একই, আলোচনার সীমারেখা অস্পষ্ট। \* মহাকর্ষের আলোচনা প্রকৃতপক্ষে সপ্তম শ্রেণীতেই আরম্ভ এবং শেষ (নবম শ্রেণীর ভর ও ওজনের সম্পর্ক বাদ দিলে)। \* শব্দ বিজ্ঞান শুধুমাত্র দশম শ্রেণীর পাঠ্য। বিভিন্ন ধরনের শব্দ, শহরাঞ্চলের এবং শিল্পাঞ্চলের উচ্চ শব্দ এবং তার বিরূপ প্রতিক্রিয়া সম্পর্কে নীচের শ্রেণীতেও জ্ঞান দেওয়া যেত। \* দৈর্ঘ্যের বিভিন্ন ধরনের একক অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে পরিবেশিত নয়।

॥ **যুগ্মমূলক ধারাবাহিকতা** ॥ বিজ্ঞানের কোন সূত্র বা সংজ্ঞা নির্ণীত হয় বিভিন্ন অভিজ্ঞতার সামান্যীকরণে (Generalisation)। সামান্যীকরণ শিক্ষার গোড়ায় নয়, শেষ স্তরেই সম্ভব। কিন্তু মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞানে সপ্তম শ্রেণীতে মহাকর্ষের সূত্র বা আর্কিমিডিসের নীতি, নবম শ্রেণীতে বল ও কাজের সংজ্ঞা বিনা অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে পরিবেশন করা হয়েছে। সপ্তম শ্রেণীতে অনুপরিমাণের ধারণা দিতে গিয়ে শিশু-মনের উপর চাপ সৃষ্টি করা হয়েছে।

### ॥ **পাঠসূচী-উন্নয়নের কয়েকটি প্রস্তাব** ॥

১। অন্ততপক্ষে নবম ও দশম শ্রেণীতে গণিতের ব্যবহার করে কিছু পাঠ, যেমন—কার্য, শক্তি, বল, তাপ, বিদ্যুত-প্রবাহমাত্রা ইত্যাদি দেওয়া উচিত। (কয়েকটি পাঠ্যপুস্তকে সে প্রচেষ্টা লক্ষ্য করা যায়।)



২। গ্যাস প্রস্তুতি, তাপ, আলো এবং চুম্বকের কয়টি পাঠ ব্যবহারিক কাজের ভিত্তিতে দেওয়া যায়।

৩। কর্মশিক্ষার সঙ্গে ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার যোগাযোগ ঘটানো উচিত।

৪। সপ্তম ও অষ্টম শ্রেণীতে কিছু আলোচনা টীপক বা একক পদ্ধতিতে বিন্যাস করা যেতে পারে। যেমন—“যেসব জিনিস জলে ভাসে”, “কি ক’রে সহজে কাজ করা যায়”, “সূর্যের দীপ্তি”, “বর্ষা”, “আগুন নেভাবার কৌশল”। এই ধরনের আলোচনায় বিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রসঙ্গ উপযোগিতার ভিত্তিতে আসে। এই ধরনের আলোচনা শিখনের (Learning) সমগ্রতাবাদ-নীতির (Gestaltism) পৃষ্ঠপোষক।

৫। নীচের শ্রেণীতে বৈজ্ঞানিক অভিজ্ঞতা ও তথ্যগত বর্ণনা এবং উপরের শ্রেণীতে কার্য-কারণ-সম্পর্ক ও সংজ্ঞা-নির্ণয়ের সুযোগ রাখা যেতে পারে।

৬। বৈজ্ঞানিকদের জীবনীতে তাদের কর্মপদ্ধতির বিশেষ বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করতে হবে। বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের ইতিহাস লিপিবদ্ধ করতে হবে, যার মাধ্যমে শিক্ষার্থী জানবে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে মানুষের এক্যবন্ধ প্রচেষ্টার কাহিনী এবং সামাজিক দৃষ্টিভঙ্গী ও আবিষ্কারের বাস্তব উপযোগিতার নানা প্রসঙ্গ।

৭। শহর ও পল্লীর জন্য পৃথক পাঠক্রমের ব্যবস্থা দেশীয় পরিস্থিতিতে করা সম্ভব না হলেও, পাঠদানে এবং প্রশ্নপত্র-রচনায় নিজ নিজ পরিবেশ থেকে উদাহরণের সাহায্য নিতে হবে। [বস্তুর সচ্ছন্দতার উদাহরণ শহরে অনায়াসে চক বা ফিল্টার কাগজের সাহায্য দেওয়া যেতে পারে। কিন্তু গ্রামে সচ্ছন্দতার পাঠে এঁটেল, দোয়াশ এবং বেলে মাটির সাহায্য নেওয়া উচিত।]

৮। যান্ত্রিক কৌশল—যেমন ‘প্লায়াস’, কাঁচকাটা যন্ত্র, ড্রিল যন্ত্র, ঝালাই করবার যন্ত্র, রেণ্ড (Wrench), বৈদ্যুতিক টেঁটার ইত্যাদি ব্যবহার সম্পর্কে প্রাথমিক পাঠ দেওয়া যেতে পারে।

৯। বিষয়বস্তুর তত্ত্বগত গভীরতা নির্দিষ্ট রেখে আলোচনা আরও সাধারণ করা যেতে পারে। একই ধরনের বিষয়বস্তুকে বিভিন্ন শ্রেণীতে একই ধরনের আলোচনার অন্তর্ভুক্ত না করে, পরিবর্তে কিছু নতুন বিষয় সংযোজন করা যেতে পারে।

১০। মহাকাশ-অভিযান আজকালকার দিনে দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার পর্যায়ভুক্ত। সে কারণে মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞানে মহাকাশ-অভিযানের প্রাথমিক জ্ঞান দেওয়া প্রয়োজন।

১১। সমাজবিদ্যার সঙ্গে ভৌত বিজ্ঞানের সরাসরি যোগাযোগ ঘটাতে হবে। দেশের অর্থনীতি ও প্রগতির উপর বিজ্ঞানের প্রভাব-সম্পর্কিত পাঠ নবম ও দশম শ্রেণীতে দিতে হবে।

১২। পাঠক্রম রচনায় বৈজ্ঞানিকদের কাছ থেকে জেনে নিতে হবে বিজ্ঞানের কোন জ্ঞান অধিক প্রয়োজনীয়, প্রযুক্তিবিদদের কাছ থেকে জেনে নিতে হবে জ্ঞানকে কিভাবে বাস্তবে প্রয়োগ করা হয়। তারপর শিক্ষক ও শিক্ষারতারা সমবেত প্রচেষ্টায় বিষয়বস্তুর আলোচনার রূপরেখা নির্ধারিত এবং বিন্যাস হওয়া উচিত।

১৩। N. C. E. R. T এবং বিভিন্ন কেন্দ্রীয় শিক্ষা-প্রতিষ্ঠান মাধ্যমিক স্তরের বিজ্ঞানে পদার্থবিদ্যা ও রসায়ন পৃথকভাবে পড়াতে প্রস্তাব দিয়েছেন। তার কারণ সমসাময়িক যুগে বিজ্ঞানে বিস্ময়কর অগ্রগতি হয়েছে এবং এই অগ্রগতিকে অনুধাবন করতে গিয়ে বিজ্ঞানের অনেক নতুন নতুন শাখার সৃষ্টি হয়েছে। সেক্ষেত্রে বিদ্যালয়ের বিজ্ঞানে সাধারণ বিজ্ঞান অথবা ভৌত বিজ্ঞান পড়ানো অনুচিত।

শিক্ষার্থী ও সমাজের সর্বোচ্চ স্বার্থে শিক্ষার উদ্দেশ্য নির্ণীত হবার পর উদ্দেশ্যকে রূপায়িত করতে প্রয়োজন সুপারিকম্পিত পাঠ্যসূচি ও কার্যকর শিক্ষণ-পদ্ধতি। উপযুক্ত বিজ্ঞান-শিক্ষণ (teaching of Science) হ'ল সুপারিকম্পিত, নিরবচ্ছিন্ন ও উদ্দেশ্যমূলক প্রচেষ্টার ফলশ্রুতি। বিজ্ঞান-শিক্ষণ পদ্ধতি নির্ণয় করতে হ'লে নির্ভর করতে হয় শিক্ষানীতির উপর।

### ৪।৯ বিজ্ঞান শিক্ষার নীতি\* (Principles of Teaching Science.)

শিক্ষার বিষয়বস্তু যাইহোক না কেন, শিক্ষণের কতকগুলি নীতি থাকবে। শিক্ষা-নীতিকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়—(১) শিক্ষার্থী এবং তার শিক্ষালাভের পদ্ধতি (Learner and his Process of Learning), (২) শিক্ষক এবং তার শিক্ষাদানের পদ্ধতি (Teacher and his process of Teachings)। প্রকৃতপক্ষে শিক্ষালাভের পদ্ধতির উপর নির্ভর করে শিক্ষাদানের পদ্ধতি এবং শিক্ষালাভের পদ্ধতি জানা যায় শিক্ষাপ্রণালী মনোবিজ্ঞান থেকে। নীচে শিখন (Learning) এবং শিক্ষণের (Teaching)-এর কয়েকটি প্রধান নীতি আলোচিত হ'ল।

#### ৥ শিক্ষার্থী এবং শিখনের প্রক্রিয়া

#### (The Educand and the process of learning)

(ক) সক্রিয় অংশগ্রহণে শিক্ষার্থী শিক্ষালাভ করে—বিজ্ঞান-শিক্ষার যে ব্যবস্থাই করা হোক না কেন, দেখতে হবে, তাতে যেন শিক্ষার্থীর সক্রিয় অংশগ্রহণের সুযোগ থাকে।

(খ) শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের ভিত্তিতে শিখন শুরুর হয়—শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের সঙ্গে নতুন জ্ঞানের যোগাযোগ ঘটে শিখন-প্রক্রিয়ায়। শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করতে গেলে জানতে হবে তার পূর্ব-জন্মসূত্রে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু, পরীক্ষার ফল, আগ্রহ, দৃষ্টিভঙ্গী, ধারণালাভের গতি (speed of understanding), দক্ষতা, পারিবারিক ইতিহাস ইত্যাদি। কাজের মাধ্যমে ও প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান এবং বর্তমান অবস্থা আংশিকভাবে যাচাই করা সম্ভব।

(গ) প্রেষণা (motivation) শিখন-প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে—

\*Some Principles Underlying Effective Teaching, Chapter 2, Science: Teaching in Secondary Schools—John S. Richardson, Prentice Hall.

শান্তি এবং প্রশংসার মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে শিক্ষালাভের প্রেরণা দেওয়া যায়। শিক্ষাক্ষেত্রে স্বাধীনতার পরিবেশ শিক্ষার্থীকে প্রেরণা দেয়।

(ঘ) বিভিন্ন উপায়ে শিক্ষালাভ ঘটে (**Learning occurs through various channels**)—বিজ্ঞানে নিন্মলিখিত উপায়ে সাধারণতঃ শিক্ষালাভ ঘটে থাকে।

- (১) পরীক্ষণ,
- (২) পঠন,
- (৩) পর্যবেক্ষণ,
- (৪) বহির্ভ্রমণ,
- (৫) দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণ,
- (৬) সহ-পাঠক্রমিক কার্যবিলী ইত্যাদি।

কেউ বই পড়ে, কেউ ছবি দেখে, কেউ হাতে-কলমে কাজ করে বা বহির্ভ্রমণের মাধ্যমে শিক্ষালাভ করতে ভালবাসে। বিজ্ঞান-শিক্ষায় তাই বিভিন্ন ধরনের আয়োজন থাকা উচিত।

(ঙ) শব্দ এবং প্রতীকের অর্থ অভিজ্ঞতার উপর নির্ভরশীল (**The meanings of words and other symbols are based on experience**)—বিজ্ঞান-শিক্ষালাভের জন্য অনেক প্রতীক ও শব্দের অর্থ জানতে হয়। শিক্ষকের কর্তব্য হ'ল শিক্ষার্থীর নিকট শব্দ প্রতীকগুলি অর্থবহ করে তোলা।

(চ) সামগ্রিক পরিস্থিতির ভিত্তিতে সামগ্রিক সত্তা শিক্ষালাভ করে (**The total organism learns in response of total situation**)—শিক্ষার্থী যখন শ্রেণীতে বিজ্ঞান শেখে, তখন সে শুধু বিজ্ঞান বিষয়টি নিজের চোখ-কানের ব্যবহার করে শেখে না। শিক্ষার্থী শিক্ষালাভ করে তার সমগ্র ইন্দ্রিয়বোধের মাধ্যমে। তার শিক্ষায় শুধু তার শিক্ষক এবং শিক্ষার বিষয়বস্তু একমাত্র বিবেচ্য নয়। তার শিখন-প্রক্রিয়ার উপর প্রভাব বিস্তার করে অন্যান্য শিক্ষার্থীর আচরণ, শ্রেণীর পরিবেশ, শিক্ষকের আচরণ, শিক্ষার্থীর পারিবারিক ইতিহাস, দিনের আবহাওয়া ইত্যাদি। সুতরাং শিক্ষাক্ষেত্রে এইসব কিছু অবশ্য বিবেচ্য।

(ছ) ব্যক্তি-চাহিদা এবং ক্ষমতার সঙ্গে সঙ্গে শিখন-প্রক্রিয়া পরিবর্তিত হয় (**Learning varies with individual difference in need and ability**)—শিক্ষাক্ষেত্রে ব্যক্তি-স্বাতন্ত্র্যের মর্যাদা পাওয়া উচিত এবং ব্যক্তি-স্বাতন্ত্র্যের ভিত্তিতে শিক্ষাব্যবস্থা এবং শিক্ষার কাঠিন্য মাত্রা নির্দিষ্ট হওয়া উচিত। শিক্ষার নীতি হবে সহজ থেকে কঠিন, মৃদু থেকে অমৃদু, তথ্য থেকে তত্ত্ব, অভিজ্ঞতা থেকে যুক্তি ইত্যাদি।

॥ শিক্ষক এবং শিক্ষণের প্রক্রিয়া ॥

(**The Teacher and the Process of Teaching**)

(ক) শিক্ষণ এবং শিখন অবিচ্ছেদ্য (**Teaching and Learning cannot be separated**)—যখন শিক্ষার্থী শিক্ষালাভ করে, একমাত্র তখনই বলা যাবে শিক্ষণ-

প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়েছে। শিক্ষণ শব্দমাত্র পাঠদান নয়, শিক্ষার্থীর প্রগতির নিরবচ্ছিন্ন মূল্যায়নও বটে। এই মূল্যায়ন শব্দ শিক্ষার্থীর ভবিষ্যৎ পরিকল্পনার সহায়ক নয়, শিক্ষকের কাজের সমালোচনাও বটে।

শিক্ষার্থী যখন শেখে, শিক্ষককে অন্তরঙ্গভাবে শিক্ষার্থীর সঙ্গে মিশতে হবে, কাজে অংশগ্রহণ করতে হবে, প্রেরণা দিতে হবে। সেজন্য বিজ্ঞানের বিষয়জ্ঞান, শিশু-মনোবিদ্যা এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার সামাজিক পটভূমিকা সম্পর্কে শিক্ষকের ধারণা থাকা প্রয়োজন।

(খ) শিক্ষণ উদ্দেশ্য-ভিত্তিক হবে—বিজ্ঞান-শিক্ষণ এমন হবে যাতে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী প্রয়োজনীয় পরিবর্তন আনা সম্ভব হয়।

(গ) কার্যকরী শিক্ষণের জন্য প্রয়োজন সূচিবোধিত পরিকল্পনা (**Careful planning is essential for effective teaching**)—সুশিক্ষণের পূর্বসর্ত হ'ল সূচিবোধিত পরিকল্পনা। পরিকল্পনা হবে সম্পূর্ণ। পরিকল্পনাকে চূড়ান্ত রূপ দেবার জন্য সাজসরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং শিক্ষা-পদ্ধতির উল্লেখ থাকবে। পরিকল্পনা-রচনায় শিক্ষার্থীর মতামতও কখনও কখনও প্রয়োজন হয়।

(ঘ) কার্যকরী শিক্ষণের বিশেষ বৈশিষ্ট্য হ'ল ভাল নির্দেশনা (**Effective Teaching is essentially good guidance**)—শিক্ষার উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে সমাজসম্মত পরিবর্তন আনা। সুতরাং বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থী যাতে সুনাগরিক হতে পারে, উপযুক্ত বৃত্তির (career) জন্য উপযুক্ত প্রস্তুতি নিতে পারে, তার দেশকে জানতে পারে, তার জন্য শিক্ষককে উপযুক্ত নির্দেশনা দিতে হবে।

(ঙ) সুশিক্ষণ হ'ল সূচিবোধিত এবং সময়সাপেক্ষ কাজ (**Good teaching is deliberate and time consuming task**)—বিজ্ঞান-শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে আগ্রহ, দৃষ্টিভঙ্গী এবং প্রশংসার মনোভাব জাগিয়ে তোলা সময়সাপেক্ষ কাজ। বিজ্ঞান-শিক্ষায় যদি যথেষ্ট সময় ও সূচিবোধনার পরিচয় না দেওয়া যায়, তাহলে বিজ্ঞানের জ্ঞান শিক্ষার্থীর বাস্তব জীবনে কোন কাজেই লাগবে না।

## ৪/২ বিজ্ঞান-শিক্ষার রীতি

### (Approaches to teaching Science.)

বিজ্ঞানে শিক্ষণীয় বিষয় ও শিক্ষার উদ্দেশ্যে অনুযায়ী বিজ্ঞান শিক্ষায় শিক্ষক ও শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন উপায়ে অংশগ্রহণ করতে হয়। শিক্ষক ও শিক্ষার্থী কিভাবে বিজ্ঞান-শিক্ষায় অংশগ্রহণ করবে তার উপর ভিত্তি করেই বিভিন্ন বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতি গড়ে উঠেছে। বিজ্ঞান-শিক্ষণ পদ্ধতিগুলির কয়েকটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য আছে। এই বৈশিষ্ট্যকে বলা হয় বিজ্ঞান-শিক্ষার রীতি। বিজ্ঞান-শিক্ষার রীতিকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়।



(ক) কর্তৃত্বমূলক রীতি (Authoritarian Approach) ও (খ) আবিষ্কার-মূলক রীতি (Discovery Approach)। বিজ্ঞান-শিক্ষণের যে কোন পদ্ধতি মোটামুটিভাবে এই দুটি রীতির যে কোনটির অন্তর্ভুক্ত হয়ে থাকে।

কর্তৃত্বমূলক রীতি—এই রীতি অনুযায়ী শিক্ষাদানে শিক্ষক খুব বেশী সক্রিয় থাকেন এবং বিষয়বস্তুগুলির শিক্ষাদান দ্রুত নিষ্পন্ন করেন। বস্তুত পদ্ধতি ও প্রতিপাদক পদ্ধতি এই রীতির অন্তর্গত। এই পদ্ধতিগুলিতে শিক্ষক বস্তুত দেন, পরীক্ষা করে দেখান, বাড়ীর কাজ দেন, শিক্ষাসহায়ক উপকরণ ব্যবহার করেন। এই শিক্ষারীতি অমনোবৈজ্ঞানিক। এখানে ধরে নেওয়া হয় যে শিক্ষার্থী মানসিকভাবে দৃঢ়।

আবিষ্কারমূলক রীতি—এই রীতি অনুযায়ী শিক্ষাপদ্ধতিগুলিতে শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা বেশী। এখানে শিক্ষার্থীর স্বাধীন চিন্তন ও বিচার ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। শিক্ষণীয় বিষয়কে শিক্ষার্থীর সামনে সমস্যার আকারে উপস্থাপিত করা হয়। শিক্ষার্থী সমস্যা-সমাধানের পথ নির্ধারণ করে, পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণ করে তথ্য সংগ্রহ করে এবং সিদ্ধান্তে উপনীত হয়। শিক্ষক তাকে সাহায্য করেন কিন্তু শিক্ষার্থীর স্বাধীন চিন্তাধারা ব্যাহত হয় এমনভাবে কোন নির্দেশ দেন না।

## ৪।৩ বিজ্ঞান-শিক্ষণ পদ্ধতি

একজন বিজ্ঞান শিক্ষক হয়ত জানেন বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল্য কতটুকু। তিনি বিজ্ঞান শিক্ষাদানের জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য নির্ণয় করেছেন। তারপর উপযুক্ত বিষয়বস্তু নির্বাচন করে এবং সজ্জিত করে বিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী নির্মাণ করেছেন। এখানেই বিজ্ঞান শিক্ষকের কাজ কিন্তু শেষ হ'ল না। তারপরই রয়েছে তাঁর সবচেয়ে বড় কাজ অর্থাৎ বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী পাঠদান করা।

একজন শিক্ষক মেধাবী হতে পারেন, বিজ্ঞানে তাঁর অগাধ জ্ঞান থাকতে পারে। কিন্তু তার অর্থ এই নয় যে, তিনি শ্রেণীতে যথাযথ পাঠদান করতে পারবেন, শিক্ষার্থীদের পাঠে আগ্রহ সৃষ্টি করতে সমর্থ হবেন এবং শিক্ষার্থীদের শ্রম্যা অর্জন করতে পারবেন। কিছু জ্ঞাত শিক্ষক আছেন যারা শিক্ষাদানে স্বাভাবিকভাবেই পটু, কিন্তু অনেকের ক্ষেত্রেই সেকথা প্রযোজ্য নয়। সুতরাং ভালভাবে শিক্ষাদানের জন্য তাঁদের বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি জানা দরকার।

যে প্রক্রিয়ায় শিক্ষক বিজ্ঞানের জ্ঞানের সঙ্গে শিক্ষার্থীর গুরুত্বপূর্ণ যোগাযোগ ঘটিয়ে থাকেন তাকেই বলে বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি। বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর মত বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতিও একজন বিজ্ঞান শিক্ষকের নিকট জরুরী। শিক্ষণ-পদ্ধতি না জানার ফলে অনেক ক্ষেত্রে বিজ্ঞান-শিক্ষণ খুব দুর্বল হয়ে পড়ে। শিক্ষার্থীদের পক্ষে শিক্ষা তখন লাভজনক না হয়ে ক্ষতিকর হয়ে পড়ে। এপ্রসঙ্গে কোঠারি কমিশন বলেছেন, “যদি বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে শিক্ষণ দুর্বল হয়, শিখন নিকৃষ্ট হয়, তাহলে শিক্ষা হবে মনকে-

নিজ্জপ্রাণ তথ্য দ্বারা ভারাক্রান্ত করবার এক প্রচেষ্টামাত্র এবং এর ফলে শিক্ষার্থী নতুন কুসংস্কারে জড়িয়ে পড়তে পারে”।<sup>১</sup>

বিজ্ঞান-শিক্ষণের কতকগুলি পদ্ধতি আছে। প্রত্যেক পদ্ধতির কিছু সুবিধা ও অসুবিধা আছে। কোন পদ্ধতির সার্বজনীন স্বীকৃতি নেই। শিক্ষক বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য, তাঁর ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা ও ক্ষমতা, শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা, চাহিদা ও সামর্থ্য, বিষয়বস্তুর বৈশিষ্ট্য, বিদ্যালয় ও পরিবেশের সুযোগ সুবিধা অনুসারে এক বা একাধিক শিক্ষণ-পদ্ধতি অনুসরণ করতে পারেন। প্রয়োজনবোধে কোন শিক্ষণ-পদ্ধতি সংশোধন করে কাজে লাগাতে পারেন। কিন্তু দেখা যায়, উপযুক্ত প্রশিক্ষণ না থাকতে উপযুক্ত পদ্ধতি ব্যবহারে অধিকাংশ শিক্ষক অনেক সময়েই বিচক্ষণতার পরিচয় দিতে পারেন না।

### বিজ্ঞান-শিক্ষণের প্রধান পদ্ধতিগুলি

- (১) আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি (Inductive and deductive Method)।
- (২) বক্তৃতা পদ্ধতি (Lecture Method)।
- (৩) প্রদর্শন বা প্রতিপাদক পদ্ধতি (Demonstration Method)।
- (৪) আবিষ্কার পদ্ধতি (Heuristic Method)।
- (৫) পরীক্ষাগার পদ্ধতি (Laboratory Method)।
- (৬) অর্পিত দায়িত্বমূলক পদ্ধতি (Assignment Method)।
- (৭) কার্যসমস্যা পদ্ধতি (Project Method)।
- (৮) সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি (Problem Solving Method)।
- (৯) প্রোগ্রামাভিত্তিক শিক্ষণ-পদ্ধতি বা আত্মপ্রচেষ্টামূলক শিক্ষা-পদ্ধতি (Programmed Learning or Self Learning)।
- (১০) আলোচনা পদ্ধতি (Discussion Method)।

### ৥ বিজ্ঞান-শিক্ষণের অন্যান্য পদ্ধতি

- (১১) একক পদ্ধতি বা টীপিক পদ্ধতি।
- (১২) ঐতিহাসিক পদ্ধতি।
- (১৩) সমকেন্দ্রিক পদ্ধতি।
- (১৪) জীবনীমূলক পদ্ধতি (Biographical Method)।

শেষোক্ত চারটি পদ্ধতি প্রকৃতপক্ষে বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি নয়, এগুলি হ'ল মোটামুটি বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু বিন্যাসের পদ্ধতি। পাঠ্যসূচী রচনা বা পাঠ্যপুস্তক রচনায় কিংবা শ্রেণীকক্ষে শিক্ষণীয় বিষয় উপস্থাপনের সময় এই পদ্ধতিগুলি সুবিধাজনক উপায়ে ব্যবহার করা যায়।

মোটামুটিভাবে ২ এবং ৩ নম্বর পদ্ধতিদ্বয়কে কর্তৃত্বমূলক রীতির অস্তিত্ব করা যায়। এখানে শিক্ষকের সক্রিয়তা বেশী। ৪, ৫, ৬, ৭, ৮, ৯ এবং ১০ নম্বর

1. “If science is poorly taught and badly learnt, it is little more than burdening the mind with dead information, and it could degenerate even into a new superstition.”—Kothari Commission.

পদ্ধতিগুলিকে আবিস্কারমূলক রীতির অন্তর্ভুক্ত করা যায়। এখানে শিক্ষার্থীর কর্তৃত্ব বেশী। অন্যান্য পদ্ধতিগুলিকে নির্দিষ্টভাবে উপরিস্থ কোন একটি রীতির অন্তর্ভুক্ত করা যায় না। যেমন ঐতিহাসিক পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনায় শিক্ষার্থীর সক্রিয়তাও বেশী হতে পারে, আবার শিক্ষকের সক্রিয়তাও বেশী হতে পারে। সেটা নির্ভর করছে বিষয়বস্তু এবং শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর সুযোগের উপর।

॥ আলোচনা ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষণের প্রধান পদ্ধতিগুলি

(১) আরোহ এবং অবরোহ পদ্ধতি

(Inductive and Deductive Method)

আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি খুবই প্রাচীন। শূদ্ধ বিজ্ঞান নয় অন্যান্য বিষয়েও জ্ঞান-আহরণের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়। অবরোহ পদ্ধতির প্রবক্তা হলেন গ্রীক দার্শনিক প্লেটো এবং আরোহ পদ্ধতির প্রবক্তা হলেন তাঁরই সুযোগ্য শিষ্য অ্যারিস্টটল। প্লেটো মনে করতেন বিজ্ঞান শূদ্ধ উপলব্ধির বিষয়; শূদ্ধ চিন্তা এবং যুক্তির সাহায্যেই বিজ্ঞান অনুশীলন করা উচিত। অ্যারিস্টটল বললেন শূদ্ধ উপলব্ধির মাধ্যমে বিজ্ঞান অনুশীলন সম্ভব নয়। বিজ্ঞান অনুশীলনে সহজ ইন্দ্রিয়বোধের দ্বারা প্রকৃতি পর্যবেক্ষণ, সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং জ্ঞাত জিনিসের পরিপ্রেক্ষিতে অজ্ঞাত জিনিসকে জানবার প্রচেষ্টাও চালাতে হবে। দেখা গেল এই দুই দার্শনিকের কেউই বিজ্ঞানে পরীক্ষার প্রয়োজনকে স্বীকার করেননি। দু'হাজার বছর বাদে ব্রিটিশ দার্শনিক ফ্রানসিস বেকন বিজ্ঞানে জ্ঞান আহরণের জন্য পরীক্ষা-নিরীক্ষার প্রস্তাব দিলেন এবং পরীক্ষা সম্পাদন করবার জন্য কয়েকটি নিয়মানুগ (systematic) স্তর উল্লেখ করলেন। সেগুলি হ'ল—তথ্য সংগ্রহ, তথ্য নির্বাচন, তথ্যগুলির সংগঠন এবং উহাদের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য নির্ণয়। এই স্তরগুলি অনুসরণ করে বিজ্ঞানের যে কোন সমস্যার সমাধান সম্ভব।

যুক্তিনির্ভর শিক্ষাপদ্ধতিকে (Logical Method) দু'ভাগে ভাগ করা যায়—  
(১) আরোহ পদ্ধতি এবং (২) অবরোহ পদ্ধতি।

আরোহ পদ্ধতি—আরোহ পদ্ধতি হ'ল বিশেষ বিশেষ সত্য, তথ্য বা অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে পরীক্ষা বা যুক্তির সাহায্যে সাধারণ সত্যে উপনীত হবার পদ্ধতি। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র এবং বিচ্ছিন্ন অভিজ্ঞতা বা ঘটনা শিক্ষার্থীর কাছে খুব অর্থবহ নয়। যখন এইসব অভিজ্ঞতাকে সমন্বয় করে শিক্ষার্থী কোন সাধারণ সিদ্ধান্ত বা সত্যে উপনীত হতে সমর্থ হয়, তখন শিক্ষার্থীর জ্ঞান অর্থবহ এবং প্রয়োজনীয় হয়ে উঠে।

এই পদ্ধতিতে শিক্ষকের সক্রিয় সহযোগিতা ও উৎসাহ শিক্ষার্থী নিজের অভিজ্ঞতা থেকে, শিক্ষকের নিকট থেকে অথবা পাঠ্যপুস্তক থেকে বিশেষ বিশেষ বিভিন্ন ঘটনা বা তথ্যের সাথে পরিচিত হয়। তারপর পরীক্ষা-নিরীক্ষা, যুক্তি-বিশ্লেষণ, সূজনাত্মক চিন্তাধারা কাজে লাগিয়ে এইসব ঘটনা, অভিজ্ঞতা বা সত্যের ভিত্তিতে শেষ পর্যন্ত কোন যুক্তিসম্মত সাধারণ সত্যে উপনীত হয় বা প্রকল্প গঠন করে।

উদাহরণ—শহর এবং গ্রামের ছাত্রদের অভিজ্ঞতা আছে যে তামা, লোহা, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদির মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে চলতে পারে। এই অভিজ্ঞতাদুর্লভকে কাজে লাগিয়ে এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে সাধারণ সিদ্ধান্তে আসা যায়, “ধাতু বিদ্যুৎ পরিবাহী”। এখনে যে শিক্ষণ-পদ্ধতি গ্রহণ করা হ’ল সেটি আরোহ পদ্ধতি।

সমস্যা-সমাধানের মাধ্যমে শিক্ষাদানের ক্ষেত্রেও আরোহ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। শিক্ষণীয় বিষয়টিকে একটি সমস্যার আকারে শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থিত করা হয়। এই সমস্যা শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা থেকে, শিক্ষকের নিকট থেকে বা পাঠ্যপুস্তক থেকে পাওয়া যেতে পারে। সমস্যা-সমাধানের জন্য শিক্ষার্থী দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতা থেকে, পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করে। সংগৃহীত তথ্যগুলির সামান্যিকরণ করে শিক্ষার্থী সাধারণ সিদ্ধান্তে উপনীত হয় বা প্রকল্প গঠন করে।

উদাহরণ—“মাটি জল শোষণ করে,” “পতনশীল বস্তুর ভর ও পতনকালের মধ্যে সম্পর্ক,” “উপগ্রহ কেন পৃথিবীর চারিদিকে ঘোরে” ইত্যাদি সমস্যা আরোহ পদ্ধতিতে সমাধানের মাধ্যমে শিক্ষার্থী যথাক্রমে বস্তুর সচ্ছিন্নতা, পতনশীল বস্তুর পতনের নিয়ম এবং মহাকর্ষ ও অভিকর্ষের সূত্রাবলী শিখতে পারে।

আরোহ পদ্ধতিতে শিক্ষালাভ বা সমস্যা-সমাধান কোন বাঁধাধরা ছকে হয় না। তবু সাধারণভাবে যে স্তরগুলি অনুসরণ করা হয়, সেগুলি হ’ল :

- (ক) সমস্যা উপলব্ধি (Recognition of the Problem)।
- (খ) সমস্যা বিশ্লেষণ (Analysis of the Problem)।
- (গ) তথ্য সংগ্রহ (Collection of facts)।
- (ঘ) তথ্য বিশ্লেষণ (Analysis facts)।
- (ঙ) সিদ্ধান্ত গ্রহণ বা প্রকল্প নির্ণয় (Formulation of hypothesis)।

অবরোহ পদ্ধতি—অবরোহ পদ্ধতি হ’ল কোন সাধারণ সত্য থেকে পরীক্ষা বা বুদ্ধির সাহায্যে কোন বিশেষ সত্যে উপনীত হবার পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে কোন সাধারণ সিদ্ধান্তকে প্রয়োজন মত বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে প্রয়োগ করে সিদ্ধান্তটির সত্যতা যাচাই করা হয়। সিদ্ধান্তটি যদি বিভিন্ন ক্ষেত্রে অপ্রমাণিত হয়, তাহলে সিদ্ধান্তটিকে একটি তত্ত্ব বলা যায়।

উদাহরণ—শিক্ষার্থীদের সামনে একটি সাধারণ সিদ্ধান্ত যেমন, “বস্তু মাত্রই সচ্ছিন্ন” উপস্থাপিত করা যেতে পারে। শিক্ষার্থীরা তাদের ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে চক, মাটি, ব্যাটং কাগজ ইত্যাদির সাহায্যে সিদ্ধান্তটিকে যাচাই করবে এবং প্রমাণ করবে সিদ্ধান্তটি সত্য। তখন সিদ্ধান্তটি একটি তত্ত্ব পরিণত হবে।

এই পদ্ধতিতে বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে সত্যতা নিরূপণের জন্য শিক্ষক শিক্ষার্থীদের নিকট কোন সাধারণ সিদ্ধান্ত উপস্থাপিত করবেন। তারপর শিক্ষার্থী বিভিন্ন বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে সিদ্ধান্তটিকে পরীক্ষা করে সত্যতা নিরূপণে চেষ্টা করবে। সিদ্ধান্তটি সত্য না হলে সেটিকে বর্জন করা হবে এবং সত্য প্রমাণিত হলে সিদ্ধান্তটিকে জীবনের



নানা সমস্যা-সমাধানে শিক্ষার্থী প্রয়োগ করবে। এই পদ্ধতিতে অনেক সময় কোন প্রতিষ্ঠিত সত্যকে যাচাই করে শিক্ষার্থীদের গ্রহণ করতে বলা হয়।

সুতরাং অবরোহ-পদ্ধতিতে অনুসরণীয় স্তরগুলি—

(৬) কোন সাধারণ সিদ্ধান্ত বা প্রকল্পকে যাচাই করে গ্রহণ করা (Selecting and testing of most likely hypothesis)—বিভিন্ন পরিস্থিতিতে কোন সিদ্ধান্তকে যাচাই করে যথার্থ সত্য বলে প্রমাণিত হলে সিদ্ধান্তটি সত্য বলে গ্রহণ করতে হবে অন্যথায় বর্জন করতে হবে। সত্য হলে সিদ্ধান্তটিকে তত্ত্ব হিসাবে গ্রহণ করতে হবে।

(৭) নতুন পরিস্থিতিতে তত্ত্বের প্রয়োগ (Application of theory to new situations)—প্রমাণিত সত্যকে (তত্ত্বকে) জীবনের নানা সমস্যার-সমাধানে কাজে লাগাতে হবে।

**শ্রেণীর বিজ্ঞান শিক্ষায় আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতির প্রয়োগ—**

পাঠ্য বিষয়ের বিভিন্ন অংশে যেখানে সূত্র গঠনের বা সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রয়োজনীয়তা আছে, সেখানে আরোহ-পদ্ধতি এবং যেখানে সূত্র প্রয়োগের প্রশ্ন আছে, সেখানে অবরোহ-পদ্ধতিতে পাঠদান করা যেতে পারে। আরোহ এবং অবরোহ পদ্ধতি বিজ্ঞান-শিক্ষার বিশেষ কোন পদ্ধতি নয়। আগেই বলা হয়েছে, এটি বুদ্ধিমূলক সাধারণ পদ্ধতি। বিজ্ঞান শিক্ষাদানের আদর্শ হিসাবে এই পদ্ধতিকে গ্রহণ করা উচিত। পরীক্ষার মাধ্যমেই হোক বা বক্তৃতার মাধ্যমেই হোক পড়বার সময় আরোহ এবং অবরোহ পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে।

**ভৌত বিজ্ঞানের কোন কোন পাঠ আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতিতে দেওয়া উচিত ?**

মহাকর্ষের পাঠে—অভিকর্ষ থেকে মহাকর্ষের ধারণা,

চুম্বক ধর্মের পাঠে—আণবিক চৌম্বকত্ব থেকে চৌম্বক পদার্থের ধারণা,

চল-বিদ্যুতের পাঠে—স্থির বিদ্যুৎ থেকে চল-বিদ্যুতের ধারণা,

রাসায়নিক বিক্রিয়ার পাঠে—অণু-পরমাণুর ধারণা থেকে রাসায়নিক বিক্রিয়া,

গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতার পাঠে—আণবিক গতিতত্ত্ব থেকে গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতার ধারণা,

পরিমাপমূলক উপলব্ধির ক্ষেত্রে—পরিমাপের (measurement) ধারণা থেকে পরিমাণের ধারণা,

এসব ক্ষেত্রে আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির আদর্শ অনুসারে শিক্ষা দেওয়া উচিত।

॥ আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতির সুবিধা ॥

**আরোহ-পদ্ধতি—**(১) এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী নিজের বুদ্ধি, চিন্তা ও বিচার-শক্তির মাধ্যমে সত্য অনুসন্ধান করে। যখন সে আরোহ-পদ্ধতিতে পরীক্ষার মাধ্যমে ভৌ. বি. শি.—৫ ( Jo )

সত্যের অনুসন্ধান করে, তার সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়। সেই সাথে ব্যক্তিত্বের কতকগুলি বাঞ্ছিত গুণাবলী যেমন - দৃষ্টিভঙ্গী, আগ্রহ, আত্মবিশ্বাস ইত্যাদি বৃদ্ধি পায়। (২) যখন সে অবরোহ-পদ্ধতিতে পরীক্ষার মাধ্যমে সত্যের অনুসন্ধান করে, তার সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়। (৩) এই পদ্ধতিতে জ্ঞানের স্থায়িত্ব অনেক বেশী। (৪) এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী বিচ্ছিন্ন অভিজ্ঞতাগুলির সামান্যীকরণ করে সিদ্ধান্তে উপনীত হয় বলে তার জ্ঞান আরও বেশী সার্থক হয়ে ওঠে।

অবরোহ-পদ্ধতি—(১) অবরোহ-পদ্ধতিতে শিক্ষাদানে সময় কম লাগে। (২) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর পরিশ্রমও কম। (৩) এই পদ্ধতি অপেক্ষাকৃত তরুণ ও পশ্চাদ্গত ছাত্রদের নিকট অধিক প্রয়োজনীয়।

### ॥ অসুবিধা ॥

আরোহ-পদ্ধতি—(১) আরোহ-পদ্ধতিতে সময়ের প্রয়োজন এবং শিক্ষকের মেধা ও পরিশ্রমের প্রয়োজন অনেক বেশী। (২) শিক্ষার্থীকেও মেধাবী হওয়া প্রয়োজন। (৩) শুধুমাত্র এই পদ্ধতিতে অর্জিত জ্ঞান সম্পূর্ণ নয়। (৪) তরুণ এবং পশ্চাদ্গত ছাত্রের নিকট এই পদ্ধতি গ্রহণযোগ্য নয়; কারণ ইহা দীর্ঘ, ক্লান্তিকর ও জটিল। অনেক সময় শিক্ষার্থী সঠিক পথে আগ্রসর হতে পারে না বা সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে না।

অবরোহ-পদ্ধতি—(১) এই পদ্ধতিতে কোন সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই করবার এবং প্রয়োগ করবার শিক্ষা দেওয়া হয়। (২) এখানে মৌলিক আবিষ্কার পদ্ধতি শেখানো হয় না। (৩) কেবলমাত্র এই পদ্ধতিতে শেখালে ঐজ্ঞানিক সূত্রগুলি ছাত্রদের কাছে অমূল্য হয়ে ওঠে। (৪) নিজস্ব চিন্তা ও বুদ্ধির প্রয়োজন হয় না বলে শিক্ষার্থীর কাছে শিক্ষা নিরস হয়ে ওঠে।

আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির মধ্যে কোনটি অধিক প্রয়োজনীয়?—যদিও পূর্বের আলোচনা থেকে মনে হতে পারে আরোহ-পদ্ধতিই অধিক গুরুত্বপূর্ণ, কিন্তু শিক্ষার্থীর জ্ঞান আহরণের ক্ষেত্রে অবরোহ-পদ্ধতির গুরুত্ব কোন অংশেই কম নয়। আরোহ-পদ্ধতিতে জ্ঞান আহরণ করে যদি সেই জ্ঞান অবরোহ-পদ্ধতিতে যাচাই করে দেখা যায়, তাহলে শিক্ষার্থীর নিকট জ্ঞান অধিক তাৎপর্যপূর্ণ হয়ে ওঠে।

### আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির উদাহরণ

[ আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির সূত্রগুলি সব সময় একইভাবে অনুসরণ করতে হবে এমন কোন কথা নেই। তবে সমস্যার প্রকৃতি, বিষয়বস্তু, সুযোগ ইত্যাদি অনুসারে সূত্রগুলি ঠিক করা হয়। ]

॥ উদাহরণ ১ ॥ পাঠ—“অম্ল ও ক্ষারের স্বাদ।”

## ॥ অন্তিম শ্রেণী ॥

[ এখানে আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির উদাহরণ পৃথকভাবে দেওয়া হ'ল । ]

### আরোহ-পদ্ধতি :

(১) সমস্যা উপলব্ধি—শিক্ষক শিক্ষার্থীদের প্রথমে কয়েকটি অম্ল এবং ক্ষারের সাথে পরিচয় করাবেন। তারপর জিজ্ঞাসা করবেন, “অম্ল এবং ক্ষারের স্বাদ কিরূপ ?”—এটি ছাত্রদের নিকট একটি সমস্যা।

(২) সমস্যা বিশ্লেষণ—শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন খাদ্য এবং পানীয় গ্রহণ করার সময় দৈনন্দিন জীবনে বিভিন্ন স্বাদের সাথে পরিচিত হয়েছে। তারা এই প্রসঙ্গে স্মরণ করবে যে শুদ্ধ স্বাদের সাহায্যে অনেক খাদ্যদ্রব্য সনাক্ত করা যায়।

(৩) তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ—শিক্ষক শিক্ষার্থীদের দু'টি দলে ভাগ করবেন। প্রথম দলকে বিভিন্ন অম্ল এবং দ্বিতীয় দলকে বিভিন্ন ক্ষার দিয়ে সেগুন্ডুলির স্বাদ গ্রহণ করতে বলবেন। অজৈব অম্ল ছাত্রদের দেবার সময় সেগুন্ডুলিতে উপযুক্ত পরিমাণে জল মিশিয়ে পাতলা করে দেবেন। শিক্ষার্থীরা সেগুন্ডুলির স্বাদ গ্রহণ করবে এবং অম্ল ও ক্ষারের স্বাদগুণ খাতায় লিপিবদ্ধ করবে।

(৪) সিদ্ধান্ত গ্রহণ—প্রথম দল সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবে “অম্লের স্বাদ টক” এবং দ্বিতীয় দল সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবে “ক্ষারের স্বাদ তিক্ত”।

### অবরোহ-পদ্ধতি

(৫) সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই—শিক্ষক এবার দল পরিবর্তন করে প্রথম দলকে কয়েকটি ক্ষার এবং দ্বিতীয় দলকে কয়েকটি অম্ল দেবেন। এইগুন্ডুলির মধ্যে নতুন কিছু ক্ষার ও অম্ল থাকবে। শিক্ষার্থীরা দেখবে পূর্বের সিদ্ধান্তগুলি সত্য।

(৬) সিদ্ধান্তের প্রয়োগ—শিক্ষক শিক্ষার্থীদের কয়েকটি অম্ল এবং ক্ষার দিয়ে কোনটি অম্ল এবং কোনটি ক্ষার সনাক্ত করতে বলবেন।

### উদাহরণ ২। পাঠ—পদার্থের সচ্ছিন্নতা

## ॥ সপ্তম শ্রেণী ॥

(১) সমস্যা উপলব্ধি—চিনির খুব ভালভাবে শুঁড়ো ক'রে শিক্ষক একটি আয়তন পরিমাপক চোঙে নেবেন। ধরা যাক, আয়তন 30 C. C। এর মধ্যে 200 C. C. জল দিয়ে নেড়ে দেবেন। মোট আয়তন হওয়া উচিত 230 C. C., কিন্তু হবে মাত্র 217 C. C. (আনুমানিক)। শিক্ষক সমস্যাটি ছাত্রদের নিকট তুলে ধরবেন।

(২) সমস্যা বিশ্লেষণ—(দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার পরিপ্রেক্ষিতে)—জলপূর্ণ গ্লাসে মার্বল ফেললে জল উপচে পড়ে, কিন্তু জলপূর্ণ গ্লাসে মা যখন চিনি দেন, তখন তো জল উপচে পড়ে না—এটা শিক্ষার্থীরা লক্ষ্য করেছে।

(৩) **সতর্কতামূলক পরীক্ষা**—(তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ)—শিক্ষার্থীরা একটি ছিদ্রহীন বেলুনে জল ভরে দেখবে যে, জল চুঁইয়ে বাইরে আসছে না। এরপর বেলুনে লাল-নির্দেশক দ্রবণ (Red litmus solution) আংশিক ভর্তি করে মুখ বেঁধে একটি অ্যামোনিয়াপূর্ণ গ্যাস-জারে ডোবাবে এবং বিস্ময়ের সঙ্গে লক্ষ্য করবে লাল দ্রবণ নীল হয়েছে।

(৪) **সিদ্ধান্ত গ্রহণ**—(ক) অ্যামোনিয়া গ্যাসের অণু বেলুনের পর্দা ভেদ করে ভেতরে ঢুকেছে। সুতরাং বেলুন ভাল হ'লেও বেলুনের পর্দা সহিদ্র (porous), (খ) বেলুনের পর্দা নষ্ট হবার ফলেই ঘটনাটা ঘটেছে।

(৫) **সিদ্ধান্তের সত্যতা নিরূপণ**—শিক্ষার্থী এবারে বায়ুভর্তি একটি বেলুনকে একটা বড় জারে রেখে চারপাশে একটু গায়ে-মাথা পাউডার বা স্নগক্ষি পদার্থ ছড়িয়ে দেবে। তারপর জারের মুখ বন্ধ করবে। পরে বেলুন বের করে এনে দেখবে বেলুনের বাতাস স্নগক্ষে ভরে উঠেছে। অন্য আর একটি পরীক্ষায় সমায়তন ভল এবং এ্যালকোহল মিশিয়ে দেখবে আয়তন দ্বিগুণ হ'ল না। শিক্ষার্থী তত্ত্ব গঠন করবে—পদার্থমাত্রই কম-বেশী সহিদ্র (Matter is porous)।

(৬) **দৈনন্দিন জীবনে প্রয়োগ**—স্পঞ্জ, ব্রটিং, শুকনা মাটি, চক ইত্যাদি সহিদ্রতার উদাহরণ।

**উদাহরণ ৩। পাঠ**—“পতনশীল বস্তুর পতনের সময়”

## ॥ সপ্তম শ্রেণী ॥

(১) **ভূমিকা**—অ্যারিস্টটল বলেছিলেন ভারী বস্তু হালকা বস্তু থেকে তাড়াতাড়ি নীচে পড়ে। কিন্তু গ্যালিলিও ১৫৮৯ সালে বিখ্যাত পিসার পরীক্ষায় দেখালেন—দুটি বস্তু একই সময়ে একই উচ্চতা থেকে ছেড়ে দিলে একই সঙ্গে মাটিতে পড়ে। সমস্তা উপস্থাপনের জন্য শিক্ষক ভূমিকাটি ব্যবহার করতে পারেন।

**সমস্তার উপলব্ধি**—সমস্তাটি যাতে শিক্ষার্থীরা ভালভাবে উপলব্ধি করতে পারে তার জন্য শিক্ষক এক টুকরা কাগজ এবং একটি আধুলি একই উচ্চতা থেকে একই সঙ্গে ছেড়ে দিয়ে দেখাবেন অ্যারিস্টটলের ধারণা অনুযায়ী আধুলি আগে পড়ছে। তাহলে গ্যালিলিওর প্রমাণ কি ভুল? ছাত্রদের কাছে এটি একটি সমস্তা।

(২) **দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা**—বাতাসের স্রোত বেশী থাকলে হালকা জিনিস নীচে দেবী করে পড়ে, অনেক সময় কিছু বস্তুকে বাতাসে ভাসতেও দেখা যায়।

(৩) **সতর্কতামূলক পরীক্ষা**—বাতাসের বাধা যাতে অনুবিধার সৃষ্টি না করতে পারে, সেজন্য আধুলি থেকে আকারে বেশ ছোট কাগজ আধুলির উপর বসিয়ে আস্তে ছেড়ে দেবে শিক্ষার্থীরা। দেখবে দুটোই এক সঙ্গে পড়ছে।

(৪) **সিদ্ধান্ত গ্রহণ**—(ক) বাতাসের বাধা না থাকলে দুটি বস্তুর পতনের সময়



একই হবে। (খ) কাগজের টুকরা আধুলির গায়ে আটকে ছিল যার জন্ত দুটি পড়তে একই সময় নিয়েছে।

(৫) **সিদ্ধান্তের সত্যতা নিরূপণ**—শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাটি গ্যালিলিওর মত বায়ুশূন্য আবদ্ধ কঁচনলের সাহায্যে করে দেখবে। বায়ুশূন্য কঁচনলে টুকরা কাগজ, পাখীর পালক, আধুলি ইত্যাদি নিয়ে পরীক্ষা করবে; আবার একই ওজনের বিভিন্ন বস্তু উপর থেকে নীচে ফেলেও পরীক্ষা করে দেখবে। শিক্ষার্থীরা তত্ত্ব গঠন করবে—  
“বাতাসের বাধা না থাকলে একই উচ্চতা থেকে সব বস্তুর পতনে সময় একই হবে।”

(৬) **দৈনন্দিন জীবনে প্রয়োগ**—ফল, ঢিল, পাইল ড্রাইভার (Pile Driver) ইত্যাদি পতনে স্তরের প্রয়োগ লক্ষ্য করবে।

## বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতির প্রয়োগ

বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে সাধারণভাবে দেখা যাবে কোন বৈজ্ঞানিক প্রথমতঃ, পড়াশুনা, পর্যবেক্ষণ, আলাপ-আলোচনা বা ব্যক্তিগত চিন্তার মাধ্যমে সমস্যার মুখোমুখি হন বা সমস্যা উপলব্ধি করেন। **দ্বিতীয়তঃ**, সমস্যা-সমাধানের জন্ত তিনি সমস্যা বিশ্লেষণ করেন। এই প্রসঙ্গে অগ্ন্যস্ত্র বৈজ্ঞানিক কি করেছেন, কি দেখেছেন, সেগুলি জেনে নেবার চেষ্টা করেন। **তৃতীয়তঃ**, তারপর তিনি সমস্যা সমাধানের জন্ত পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করেন। **চতুর্থতঃ**, তিনি তথ্য বিশ্লেষণ করেন অর্থাৎ সংগৃহীত তথ্যের সাথে সমস্যার যোগাযোগ কতখানি পর্যালোচনা করেন। এরজন্ত তিনি যুক্তি, গাণিতিক পদ্ধতি ইত্যাদি ব্যবহার করেন। **পঞ্চমতঃ**, তথ্যের ভিত্তিতে তিনি সমস্যার-সমাধান হিসাবে কোন সিদ্ধান্তে আসেন। লক্ষণীয় যে প্রথম থেকে পঞ্চম স্তর পর্যন্ত যাবতীয় কাজ বৈজ্ঞানিক আরোহ-পদ্ধতিতেই করেন। **ষষ্ঠতঃ**, তাঁর সিদ্ধান্ত সম্পর্কে নিশ্চিত হবার পর তিনি সকলের নিকট সেটিকে প্রকাশ করেন। অগ্ন্যস্ত্র বৈজ্ঞানিকগণ অবরোহ-পদ্ধতিতে বিভিন্ন পরীক্ষা ও যুক্তির মাধ্যমে সিদ্ধান্তটি যাচাই করেন। ভ্রান্ত হ'লে সিদ্ধান্তটি বর্জন বা সংশোধন করা হয়। সঠিক হ'লে সেটিকে বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব হিসাবে গ্রহণ করা হয়। এখানেই শেষ নয়। সিদ্ধান্তটি ভুল হ'লে বৈজ্ঞানিকগণ পুনরায় আরোহ ও পরে অবরোহ-পদ্ধতিতে সমাধানে আসার চেষ্টা করেন। অগ্ন্যস্ত্র প্রমাণিত হ'লেও নতুন সিদ্ধান্তের ভিত্তিতে বৈজ্ঞানিকগণ আরও নতুন নতুন সমস্যার সম্মুখীন হন। সেগুলিকে সমাধান করার জন্ত আবার আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতিতে প্রচেষ্টা চলে। এইভাবে দেখা যায় বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টা অন্তহীন, বৈজ্ঞানিকগণ আরোহ ও অবরোহ-পদ্ধতিতে একের পর এক সমস্যার সমাধান করে চলেছেন। **সপ্তমতঃ**, কোন সমস্যার সমাধান পাওয়া গেলে সেটা জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগের চেষ্টা করা হয়। এটি প্রধানতঃ প্রযুক্তিবিদদের কাজ।

## ॥ একটি উদাহরণ ॥

তাপের ক্যালরিক তত্ত্বের পরিবর্তে গতিতত্ত্ব ( From Caloric theory to Kinetic Theory of Heat ) :

**ভূমিকা**—অষ্টাদশ শতাব্দীতে মানুষের ধারণা ছিল ক্যালরিক নামে অদৃশ্য, অবিনশ্বর, এক ধরনের তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ ( fluid ) দ্বারা সমস্ত বস্তু পূর্ণ থাকে। উষ্ণতর বস্তু থেকে শীতল বস্তুতে ক্যালরিকের প্রবাহ হয়। ক্যালরিক গ্রহণে বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধি হয়, ক্যালরিক বর্জনে বস্তু শীতল হয়। কোন একটি ঘটনায় গৃহীত ক্যালরিক এবং বর্জিত ক্যালরিকের পরিমাণ সমান। ঘর্ষণে বা সংঘর্ষে বস্তু থেকে ক্যালরিক বেরিয়ে বাইরে আসে; যার ফলে বস্তু উত্তপ্ত হয়, ঠিক যেমনভাবে স্পঞ্জকে টিপলে জল বাইরে বেরিয়ে এলে স্পঞ্জকে বেশী ভেজা মনে হয়।

## ॥ গতিতত্ত্বের আবিষ্কার ॥

(১) সমস্তা উপলব্ধি—১৭৯৮ সালে সমরাস্ত্র নির্মাণের কারখানায় ( Ordnance Factory ) পরিদর্শক হিসাবে নিযুক্ত রামফোর্ড ( Count Rumford ) দেখলেন ছিদ্র করবার যন্ত্রসহ কামানের উষ্ণতা অস্বাভাবিকভাবে বৃদ্ধি পায়। ঘটনাটা সমস্তা হিসাবে দেখা দিল তাঁর কাছে।

(২) সমস্তার বিশ্লেষণ—তদানীন্তনকালে রামফোর্ডের সামনে দুটি তত্ত্ব ছিল :

(ক) তাপ হ'ল পদার্থ বা ক্যালরিক ও (খ) পদার্থ অবিনাশী।

কিন্তু রামফোর্ড দেখলেন, ছিদ্র করবার সময় কামানের ( cannon ) পদার্থের অতি সামান্য ক্ষয়ে অতি অধিক মাত্রায় তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ যদি ক্যালরিকের মত পদার্থই হয়ে থাকে, তবে এত অধিক পরিমাণে তাপ উৎপাদনের কোন ব্যাখ্যা মিলতে পারে না। তাহলে তাপ কি?

(৩) তথ্য সংগ্রহ—রামফোর্ড ভোঁতা ড্রিল মেশিনের দ্বারা পিতলের পাত ছিদ্র করবার চেষ্টা করলেন। দেখলেন, ছিদ্র হল না; পিতলের পাতের ক্ষয় হল না, কিন্তু ড্রিল যত ঘুরছে, তত তাপ উৎপন্ন হচ্ছে এবং এই তাপে কিছু পরিমাণ জল পর্যন্ত ফোটানো যায়। আরও দেখলেন, মেশিন খামলে তাপ উৎপন্ন হচ্ছে না।

(৪) তথ্য বিশ্লেষণ—মেশিন ঘুরতে থাকলে উৎপন্ন তাপের কোন সীমা থাকে না এবং মেশিন না ঘুরলে তাপ উৎপন্ন হয় না। বস্তুর ক্ষয় যখন হচ্ছে না এবং উৎপন্ন তাপের যখন সীমা নেই, রামফোর্ড ভাবলেন তাপ নিশ্চয় কোন বস্তু বা পদার্থের বিনিময়ে উৎপন্ন হচ্ছে না। পদার্থের বিনিময়ে তাপ উৎপন্ন হলে পদার্থের সঙ্গে তাপের পরিমাণের নিশ্চয় একটা নির্দিষ্ট সম্পর্ক থাকত। সুতরাং তিনি স্বাভাবিকভাবে ভাবলেন “ড্রিল মেশিনের গতির প্রভাবেই তাপ উৎপন্ন হওয়া সম্ভব”।

(৫) প্রকল্প গঠন—যুগ-বন্দিত তাপের ক্যালরিক তত্ত্বের পরিবর্তে রামফোর্ড ঘোষণা করলেন, “তাপ হ'ল গতির একটি রূপ” বা “Kinetic theory of Heat”.

বিস্তৃত রায়ফোর্ডকে সমর্থন করবার লোক কোথায় ?

(৬) অবরোহ পদ্ধতিতে—প্রকল্পের বাখ্যার্থ্য নির্ণয়—দ্যর আইজাক নিউটন তাঁর OPTICS-এর অষ্টাদশ প্রস্তাবে একটা সম্ভাবনার কথা উল্লেখ করেছিলেন। তাপ বিষয়ে তাঁর পাণ্ডিত্য না থাকায় কেউ সেদিকে দৃকপাত করেনি। Francis Beckon, Robert Boyle এবং Robert Hooke-এর অহরূপ ধারণা ছিল, কিন্তু কেউই পরীক্ষা ক'রে দেখাতে পারেন নি। রায়ফোর্ডের সিদ্ধান্তের সত্যতা নিরূপণের ব্যাপক প্রচেষ্টা চলে উনবিংশ শতাব্দীর প্রথমে। Sir Humphry Davy পরীক্ষা ক'রে দেখলেন, যদি ক্যালরিক তত্ত্ব সত্য হ'ত তাহলে শূণ্যস্থানে হিমাক্ষের নীচে দু'খণ্ড বরফ ঘসলে তারা গলে যেত না। এইভাবে সত্যতা নিরূপণের ফলে রায়ফোর্ডের প্রকল্প তত্ত্বের (Thory) স্তরে উন্নীত হয়। ব্রিটিশ বিজ্ঞানী James Prescott Joule তাপের গতিতত্ত্ব পরিমাপগত পরিমাপের প্রবর্তন করেন এবং তাপের যান্ত্রিক তুল্যাক্ষ নির্ণয় করেন।

(৭) প্রয়োগ—গ্যাসের গতিতত্ত্ব (Kinetic theory of gases), তাপ-গতি বিজ্ঞান (Thermodynamics) এবং কৃত্রিম শৈতীয়করণে (Artificial Refrigeration) এই গতিতত্ত্বের বাস্তব প্রয়োগ লক্ষণীয়।

৥ আরোহ এবং অবরোহ-পদ্ধতিতে ব্যবহৃত কয়েকটি বিশেষ শব্দের

অর্থ ও ব্যাখ্যা ॥

তথ্য : (Fact) : তথ্য হ'ল অপরিবর্তনীয়, সন্দেহাতীত ইন্ড্রিগ্রাছ সত্য। বৈজ্ঞানিক তথ্যের বৈশিষ্ট্য হ'ল (১) ইহা পরিমাপযোগ্য, (২) যে কোন সময় পরীক্ষা বা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে ইহার সত্যতার প্রমাণ দেওয়া সম্ভব। "গুঁকনা কাঠ ভিজা কাঠের চাইতে ভাল জলে" এই বক্তব্যটি একটি তথ্য এবং পরীক্ষার দ্বারা যে কোন সময়ে এর প্রমাণ দেওয়া যায়। বিজ্ঞানের একটি উদ্দেশ্য তথ্যের ব্যাখ্যা দেওয়া। [অবশ্য সব তথ্যের প্রমাণ সব সময় দেওয়া যায় না। যেমন উষ্ণাপাতের কোন ঘটনা দেখা গেল। কিন্তু অহরূপ একটি ঘটনা যে-কোন সময় যে কেউ স্বক্ষেপে দেখতে চাইলে, তা দেখানো সম্ভব হবে না। এসব ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষদর্শী বিদ্বান লোক হ'লে তাঁর পরিবেশিত ঘটনাকে সত্য বলে ধরে নেওয়া ছাড়া উপায় নেই।]

পরম্পুর মধ্যে ইলেকট্রন আছে এটা কিন্তু তথ্য নয়, এটা সিদ্ধান্ত। ইলেকট্রন প্রত্যক্ষভাবে ইন্ড্রিগ্রাছ নয়। বিশ্ব সংযোগ্য পরীক্ষার মাধ্যমে তাঁর উপস্থিতি উপলব্ধি করা যায় মাত্র।

প্রকল্প (Hypothesis) : কোন ঘটনার সম্ভাব্য ব্যাখ্যাকে বলে প্রকল্প বা Hypothesis. "ভিজা কাঠ কেন তাড়াতাড়ি জলে না?"—এই সমস্তা পরীক্ষার মাধ্যমে সমাধান ক'রে সম্ভাব্য ব্যাখ্যা দেওয়া যেতে পারে [বা প্রকল্প গঠন করা যেতে পারে] "ভিজা কাঠে জল থাকে। তাপ দিলে জল বাষ্পায়নের জন্ম প্রয়োজনীয় নীলতাপ কাঠ থেকে সংগ্রহ করে। এক্ষণে ভিজা কাঠ দ্রুত জলনাশে পৌঁছাতে পারে

না।” উত্তম প্রকল্পের বৈশিষ্ট্যগুলি হ'ল—(ক) নির্ভরযোগ্যতা (relevance), (খ) পরীক্ষণীয়তা (testability)—পরীক্ষণীয়তা প্রত্যক্ষ এবং পরোক্ষ দুইই হতে পারে, (গ) পূর্ববর্তী সূত্রপ্রতিষ্ঠিত প্রকল্পগুলির সঙ্গে সামঞ্জস্য (compatibility with previously well-established hypothesis), (ঘ) পূর্বাভাসের ক্ষমতা (Predictive Power), (ঙ) স্পষ্টতা (Simplicity)।

**তত্ত্ব (Theory) :** পূর্ববর্তী প্রকল্পটিকে বিভিন্ন সম্ভাব্য উপায়ে পরীক্ষা ক'রে দেখলে সত্য বলে প্রমাণিত হবে। এইভাবে প্রকল্প যখন সম্ভাব্য বিভিন্ন পরীক্ষার মাধ্যমে সত্য বলে বিবেচিত হয়, তখন প্রকল্প তত্ত্বের স্তরে উন্নীত হয়।

**সূত্র (Law) :** পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে কোন তত্ত্ব ক্রটিপূর্ণ প্রমাণিত হতে পারে। তখন তত্ত্বের সংশোধন প্রয়োজন হয়ে পড়ে। যখন কোন তত্ত্ব ব্যাপক অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে সর্বজনীন স্বীকৃতি পায়, তখন তত্ত্ব সূত্রের স্তরে উন্নীত হয়। সূত্র হ'ল বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের চূড়ান্ত রূপ।

**নীতি (Principle) :** বিজ্ঞানের কোন প্রাথমিক বা মৌলিক সত্যকে সাধারণতঃ নীতি বলা হয়; তরল বা গ্যাসীয় মাধ্যমে কোন বস্তুর অবস্থিতি নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজনীয় প্রাথমিক সত্য হ'ল “আর্কিমিডিসের নীতি”।

**নিয়ম (Rule) :** বিজ্ঞানের স্মৃতি-সহায়ক (help to memory) কোন বর্ণনাকে নিয়ম বলে। যেমন ফ্লেমিং (Fleming)-এর “বাম হস্ত নিয়ম” (Left hand Rule) দ্বারা বিদ্যুৎপ্রবাহের দিকটি অনায়াসে মনে রাখা যেতে পারে।

## । আলোচনা।

বিজ্ঞানে আবিষ্কারের নামকরণের সময় প্রকল্প, তত্ত্ব, সূত্র বা নীতির যথার্থ সংজ্ঞা মেনে চলা হয় না। নিউটনের আবিষ্কারকে বলছি “মহাকর্ষের সূত্র,” অথচ নিউটনের ধারণার সম্প্রসারণ ক'রে আইনস্টাইন যা আবিষ্কার করলেন, তাকে বলছি “আপেক্ষিক তত্ত্ব”। অ্যাবোভোগাড্রোর আবিষ্কারকে বলছি “অ্যাবোভোগাড্রোর প্রকল্প”, কিন্তু সে আবিষ্কার সংশ্লিষ্টভাবে প্রমাণিত।

## ২। বক্তৃতা-পদ্ধতি (Lecture Method)

বক্তৃতা-পদ্ধতি বহু বিখ্যাত হ'লেও আমাদের দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি এখনও ব্যাপকভাবে অনুসরণ করা হয়। সীমিত সময়ে শিক্ষক তাঁর নিজ আয়ত্ত বিষয়বস্তু মৌখিকভাবে যথাসম্ভব দ্রুত গতিতে শ্রেণিকক্ষে ছাত্রদের কাছে উপস্থাপন করেন। এই পদ্ধতিতে শিক্ষক সক্রিয় বক্তা এবং শিক্ষার্থীরা নীরব এবং নিষ্ক্রিয় শ্রোতা। শিক্ষক ছাত্রদের প্রয়োজন, মানসিক ক্ষমতা প্রভৃতির কথা কখনও বিবেচনা করেন না। তাঁর একমাত্র বিবেচ্য বিষয় হ'ল পাঠ শেষ করা। এর ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা আগ্রহ এবং মনোযোগ হারায় এবং কখনও কখনও বিরক্তি বোধ



করে। শিক্ষার্থীর নিষ্ক্রিয়তার ভরাবহ পরিণাম সম্পর্কে ডিউই মন্তব্য করেছেন  
*"Passivity is the opposite of thought, it is not only a sign of failure to call out judgement and personal understanding, but also dulls curiosity, generates mind-wandering and causes learning to be a task instead of delight."*

### ॥ পদ্ধতির স্রুবিধা ॥

(১) ব্যয়বাহুল্যবর্জিত—এই পদ্ধতি ব্যয়বাহুল্যবর্জিত। পরীক্ষাগার ও যন্ত্রপাতির কোন প্রয়োজন হয় না। একজন শিক্ষক নির্দিষ্ট সময়ে বহু শিক্ষার্থীকে এক সঙ্গে শিক্ষাদান করতে পারেন।

(২) সহজসাধ্য এবং দ্রুত—শিক্ষকের পাঠ পরিবর্তনা ও ডেমন্স্ট্রেশনের জ্ঞান পরিভ্রমের প্রয়োজন হয় না। শিক্ষার্থীর মানসিক ক্ষমতা ও চাহিদা অনুসারে পড়াবার কোন বাধা নেই। অল্প সময়ে ব্যাপক পাঠ্য বিষয় অনায়াসে পড়িয়ে শেষ করা যায়।

(৩) বর্ণনামূলক পাঠদানের উপযোগী—বিজ্ঞানে চমকপ্রদ আবিষ্কারের কাহিনী, তথ্যবহন ঘটনা বর্ণনাকালে বা তাত্ত্বিক বিষয়ে পাঠদানে এই পদ্ধতি বিশেষ উপযোগী।

### ॥ অস্রুবিধা ॥

(১) এই পদ্ধতি বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী বিকাশের পরিপন্থী—এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞানের বিষয়কে পরীক্ষার মাধ্যমে যুক্তিপূর্ণ উপায়ে পরিবেশন করা হয় না। সেজন্য শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ হয় না।

(২) পরীক্ষণমূলক দক্ষতা বৃদ্ধির সহায়ক নয়—শিক্ষার্থী কাজের মাধ্যমে শিক্ষা গ্রহণ করে না। সেজন্য শিক্ষার্থীর পরীক্ষামূলক দক্ষতা বৃদ্ধি পায় না।

(৩) অমনোবৈজ্ঞানিক—শিশুকেন্দ্রিক শিক্ষাব্যবস্থায় শিক্ষার্থীই মুখ্য বিবেচ্য পাঠ্য বিষয় নয়। ছাত্রাণ্যের কথা, এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী গৌণ, পাঠ্য বিষয় মুখ্য। শিক্ষার্থীর মানসিক যোগ্যতা, অভিজ্ঞতা, চাহিদা, সবকিছুই অবহেলিত এই পদ্ধতিতে। ইহা পুরানো "Jug-mug theory"-র রূপান্তর বিশেষ।

### ॥ বক্তৃতা-পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা ॥

সীমিত শর্তে বক্তৃতা-পদ্ধতি নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা যায়—

(১) পাঠ দ্রুত শেষ করবার সময়, (২) পূর্ববর্তী পাঠের আলোচনা প্রসঙ্গে অথবা নতুন পাঠের ভূমিকায়, (৩) ছোট পাঠ, তাৎক্ষণিক পাঠ যা পরীক্ষা করে দেখানো সম্ভব নয় এমন সব পাঠদানে, (৪) উপস্থাপনের শেষে সামাজীকরণের সময়, (৫) কোন ডেমন্স্ট্রেশন করবার আগে বা পরে, (৬) শিক্ষাবিষয়ক কোন নির্দিষ্ট দেবার সময়,

- (৭) অভিজ্ঞতা বর্ণনা-প্রসঙ্গে, (৮) অনেক ছাত্রকে এক সঙ্গে শিক্ষা দেবার সময় এবং (৯) বিমূর্ত চিন্তনের সময়।

॥ বক্তৃতা-পদ্ধতিকে কার্যকরী ক'রে তোলার উপায় ॥

কলেজী শিক্ষা বক্তৃতানির্ভর। সেই শিক্ষা-গ্রহণের প্রস্তুতি পূর্বে বিদ্যালয়ের উচ্চতর শ্রেণীতে শিক্ষার্থীদের বক্তৃতা পদ্ধতিতে কিছু কিছু পাঠ দান করা উচিত বলে অনেকে মনে করেন। এই মন্তব্য পুরোপুরি যুক্তিগ্রাহ্য না হলেও একথা ঠিক যে, বিভিন্ন কারণে বক্তৃতা-পদ্ধতি অস্বাভাবিক শিক্ষার মত বিজ্ঞান-শিক্ষাতে চলবে। সেজন্য বক্তৃতা-পদ্ধতির উন্নতিবিধান প্রয়োজন।

(১) নোট নেবার অভ্যাসগঠন—উচ্চ মাধ্যমিক স্তরে বক্তৃতার সঙ্গে সঙ্গে নোট নেবার অভ্যাস ছাত্রদের গঠন করতে হবে।

(২) প্রশ্নোত্তর বিনিময়—বক্তৃতা চলাকালীন প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে বিষয়বস্তুকে সহজ এবং স্পষ্ট ক'রে তুলতে হবে। এর ফলে শিক্ষার্থীদের অন্তঃ চিন্তার ক্ষেত্রে সক্রিয়তা অসংব।

(৩) শিক্ষকের প্রকাশভঙ্গী আকর্ষণীয় ক'রে তুলতে হবে—এই পদ্ধতিতে মৌখিক শিক্ষার রীতিগুলি, যেমন—দৃষ্টান্ত উল্লেখ (Illustration), বর্ণন (Exposition), কথন (Narration) ও ব্যাখ্যান (Explanation) উপযুক্তভাবে ব্যবহার করতে হবে। শিক্ষকের অভিনব বর্ণন, চিত্রবর্ণনা এবং যুক্তিমূলক বিশ্লেষণ অনেক সময় নিরস বক্তৃতাকে হৃদয়গ্রাহী ক'রে তোলে।

(৪) মৌখিক বর্ণনা সংক্ষেপীকরণ—মৌখিক বর্ণনাকে সংক্ষিপ্ত করবার জন্য চার্ট, ছবি, স্কেচ (Sketch) ব্যবহার করা যেতে পারে।

মন্তব্য : বক্তৃতা ন্যূনতম প্রয়োজনভিত্তিক হওয়া শ্রেয়ঃ। অভিজ্ঞতা ও মানসিক দৃঢ়তাসম্পন্ন ছাত্রদের জন্য বক্তৃতা-পদ্ধতি বেশী পরিমাণে ব্যবহার করা যেতে পারে।

॥ আমাদের দেশে বক্তৃতা-পদ্ধতির সুযোগ ॥

বহু প্রতিবাদ সত্ত্বেও আমাদের দেশেই বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষায় বক্তৃতা-পদ্ধতি উন্নতভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। তার কারণ হিসাবে বলা যায়—

(১) অধিক ছাত্রসংখ্যা—অধিকাংশ বিদ্যালয়ে প্রতি শ্রেণীর ছাত্রসংখ্যা কম পক্ষে ৪০। এত ছাত্রকে একটা পিরিয়ডে বিজ্ঞান শেখাতে গেলে বক্তৃতা-পদ্ধতি ব্যবহার করা ছাড়া উপায় থাকে না।

(২) সময়সীমাবদ্ধতা—পশ্চিম বাংলার মধ্যশিক্ষাপর্ষদ বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান (ভৌত ও জীবন) পাঠের জন্য সময় নির্দিষ্ট করেছেন। গড় করলে দাঁড়ায় ভৌত বিজ্ঞান পড়বার জন্য নবম ও দশম শ্রেণীর জন্য সপ্তাহে চারটি এবং বছরে ১০৪টি (একশত আট) এবং সপ্তম ও অষ্টম শ্রেণীর জন্য সপ্তাহে তিনটি এবং বছরে ৪১টি (একশা) পিরিয়ড দিতে

বলেছেন। এত সীমিত সময়ে ভৌত বিজ্ঞানের প'ঠ শেষ করতে হলে বক্তৃতা-পদ্ধতি ব্যবহার ছাড়া উপায় নেই।

(৩) বিদ্যালয়ের দুর্বল অর্থনীতি—বিদ্যালয়ের অর্থনৈতিক দৈত্যের জন্য অধিকাংশ বিদ্যালয়ে বিশেষতঃ নিম্ন-মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে উপযুক্ত যন্ত্রপাতি বা পরীক্ষাগারের কোন ব্যবস্থা নেই।

(৪) বিজ্ঞানের জ্ঞানমূলক পাঠক্রম—সাধারণভাবে ভারতীয় মাধ্যমিক শিক্ষাব্যবস্থায় এবং বিশেষভাবে পশ্চিম বাংলায় মাধ্যমিক বিজ্ঞান পাঠক্রমে দেখা যায়, জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্যই প্রাধান্য পেয়েছে। পঃ বঃ মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞানের পাঠক্রমে কয়েকটি ক্ষেত্রে প্রদর্শন-পদ্ধতি ব্যবহারের নির্দেশ আছে, তবে হাতে-কলমে বা ব্যবহারিক পাঠের মাধ্যমে দক্ষতা বা দৃষ্টিভঙ্গী-অর্জনের কোন ব্যবস্থা করা হয়নি।

(৫) উপযুক্ত শিক্ষক—সবক্ষেত্রে না হলেও বেশ কিছু উচ্চ বিদ্যালয়ে মেধাসম্পন্ন বিজ্ঞান শিক্ষক আছেন। তবে উপযুক্ত প্রশিক্ষণের অভাবে তাঁরা বিজ্ঞান-শিক্ষায় উন্নত পদ্ধতির ব্যবহার করতে পারেন না। আবার নিম্ন-মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে অনেক সময় বিজ্ঞানের কোন শিক্ষকই থাকেন না।

(৬) বহিঃপরীক্ষানির্ভর শিক্ষাব্যবস্থা—আমাদের শিক্ষা বহিঃপরীক্ষানির্ভর। পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হতে হ'লে জ্ঞানই যথেষ্ট এবং বক্তৃতা-পদ্ধতিতে সে জ্ঞান দেওয়া যায়' অনায়াসে। এই অবস্থার আমাদের দেশে মাধ্যমিক বিজ্ঞানে অবাধে বক্তৃতা-পদ্ধতি চলছে এবং চলবে।

## ২ বক্তৃতা-পদ্ধতি প্রয়োগের উদাহরণ ৥

### উদাহরণ ১।

(ডেমনস্ট্রেশনের পূর্বে  
বক্তৃতার ব্যবহার)

পাঠ : "পরীক্ষাগারে CO<sub>2</sub> প্রস্তুতি ও উহার ধর্মের পরীক্ষা"

শ্রেণী : অষ্টম

শিক্ষণীয় বিষয় : (১) গ্যাস প্রস্তুতির রাসায়নিক বিক্রিয়া,  
(২) যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচয়, (৩) গ্যাস প্রস্তুতি ও সংগ্রহ এবং (৪) ধর্মগুলির পরীক্ষা।

শিক্ষার উদ্দেশ্য—(ক) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা দান,  
(খ) যন্ত্রপাতি সম্পর্কিত জ্ঞান, (গ) গ্যাস প্রস্তুতি ও সংগ্রহের দক্ষতা,  
(ঘ) গ্যাসের ধর্মগুলি পরীক্ষার সাহায্যে উপলব্ধি করা এবং (ঙ) জীবনের ক্ষেত্রে গ্যাসের ধর্মগুলির প্রয়োগ ইত্যাদি।

### ৥ আয়োজন ৥

শিক্ষণীয় বিষয়গুলি প্রতিপাদক পদ্ধতিতেই শেখানো হবে। কিন্তু ডেমনস্ট্রেশনকে হৃদয়গ্রাহী ক'রে তুলতে এবং ছাত্রদের মনোযোগ আকর্ষণ করতে

(উদ্দেশ্য) ডেমন্স্ট্রেশনের পূর্বে ভূমিকা হিসাবে বক্তৃতা-পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়।  
যেমন—

শিক্ষক বলবেন—“কিছুদিন আগে খবরের কাগজে জানা গেল—সমূহ জায়গায় দুটি যুবক একটি পুরাতন কুয়া সংস্কার করতে গিয়ে শ্বাসরুদ্ধ হয়ে মারা গেছে। দুটি যুবকের মৃত্যু নিঃসন্দেহে দুঃখজনক। এরা দুজনেই গরীব ঘরের ছেলে এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে ইতিহাস নিয়ে পড়াশুনা করত। কিন্তু প্রশ্ন হ’ল, শ্বাসরোধ হ’ল কিভাবে? পরীক্ষ-নিরীক্ষা ক’রে দেখা গেল কুয়ার নীচে প্রচুর পরিমাণে  $CO_2$  গ্যাস জমে ছিল।”

তাহ’লে মৃত্যুর কারণ হিসেবে কাকে দায়ী করা যাবে? (শিক্ষকের প্রশ্ন)

উত্তর গ্রহণ করবার পর আবার বলবেন—“শত্রুকে জয় করতে হ’লে যেমন তাকে বিশেষভাবে চেনা দরকার, তেমনি  $CO_2$ -এর হাত থেকে বাঁচতে হ’লে  $CO_2$  কিভাবে তৈরি করা হয় এবং এর ধর্ম কি, আমাদের পরীক্ষা ক’রে দেখা দরকার। পরীক্ষার শেষে দেখা যাবে  $CO_2$  যেমন শত্রু, তেমনি মিত্রও বটে।”

[সুতরাং এখানে বক্তৃতা দেওয়ার উদ্দেশ্য হ’ল বর্তমান পাঠে শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণ করা।]

উদাহরণ ২।

(বক্তৃতার সাহায্যে উপস্থাপন ও সামান্তীকরণ)

পাঠ : “কার্বনের বহুরূপতা”

শ্রেণী : অষ্টম

শিক্ষণীয় বিষয় : (ক) কার্বনের বিভিন্ন রূপের সঙ্গে পরিচয়। (খ) উহাদের ধর্ম-সম্পর্কিত ধারণা।

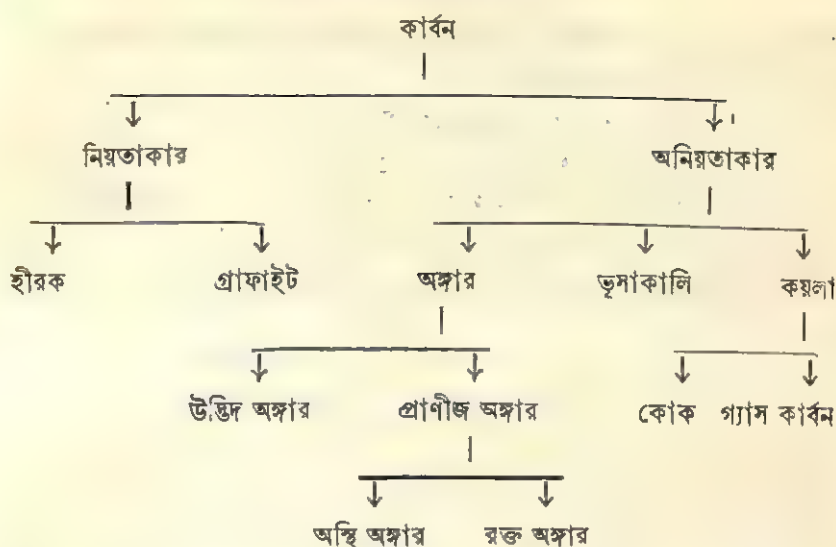
উদ্দেশ্য : কার্বনের বিভিন্ন রূপ সম্পর্কে জ্ঞান। বিভিন্ন রূপের ধর্মগুলির মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য সম্পর্কিত ধারণা, দৈনন্দিন জীবনে বিভিন্ন রূপের প্রয়োগক্ষমতা অর্জনে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা।

উপস্থাপন : কার্বনের বিভিন্ন রূপের নমুনার নাম মুখে বলে দিয়ে বোর্ডে লিখে দিতে হবে। শিক্ষক নমুনাগুলির ধর্ম মৌখিকভাবে বলবেন এবং বোর্ডে লিখে দেবেন। শিক্ষার্থীদের বোর্ডের লেখাগুলি লিপিবদ্ধ করতে বলা হবে।

কার্বনের বিভিন্ন রূপের মধ্যে সম্পর্ক আছে। সেটা শিক্ষক উদ্ঘাটন করবেন সামান্তীকরণের মাধ্যমে।

সামান্তীকরণ : মৌখিকভাবে এবং প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে সামান্তীকরণ করতে হবে এবং বক্তব্যকে ছক আকারে বোর্ডে লিখতে হবে এবং ছাত্রদেরকে লিপিবদ্ধ করতে বলতে হবে।





উপস্থাপনে এবং সামগ্রীকরণে শিক্ষকের সক্রিয়তা বেশী। শিক্ষক এখানে ছাত্রদের কোন সক্রিয় সহযোগিতা গ্রহণ করেননি কিংবা কোন পরীক্ষা করে দেখাননি। প্রধানত: লিখিত বা মৌখিকভাবে পাঠদান করেছেন। সেক্ষেত্রে এখানে বক্তৃতা-পদ্ধতি অল্পস্বত হয়েছে। প্রসঙ্গত: উল্লেখযোগ্য। শিক্ষক যদি প্রত্যক্ষভাবে বা চাট্টের সাহায্যে নমুনাগুলির সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটাতেন তা হ'লেও বলা যেত তিনি বক্তৃতা-পদ্ধতি অল্পস্বরণ করেছেন। তবে সেটা উন্নত বক্তৃতা পদ্ধতি।

### উদাহরণ ৩।

ডেমন্স্ট্রেশনের পূর্বে  
শাস্ত্রিক পরিচিতিতে  
বক্তৃতার প্রয়োগ

পাঠ : “তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ”

শ্রেণী : দশম

শিক্ষণীয় বিষয় : (ক) মুখ্য কুণ্ডলী ও গৌণ কুণ্ডলীর  
সঙ্গে পরিচয়, (খ) মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ  
ও তড়িৎচালক বলের সঙ্গে আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহ  
ও তড়িৎচালক বলের পার্থক্য, (গ) উহাদের  
পারস্পরিক সম্পর্ক, (ঘ) ডায়নামোর নীতি ইত্যাদি।

**শিক্ষার উদ্দেশ্য :** আবিষ্ট তড়িৎচালক বল এবং তড়িৎপ্রবাহ সম্পর্কে ধারণার  
সৃষ্টি করা এবং পরিচিত যন্ত্রপাতির কার্যনীতি উপলব্ধির ক্ষেত্রে সেই ধারণা প্রয়োগে  
ছাত্রদের সাহায্য করা।

**উপস্থাপন :** যন্ত্র-পরিচিতি—শিক্ষক মুখ্য কুণ্ডলী এবং গৌণ কুণ্ডলীর গঠন-  
প্রণালী সম্পর্কে ছাত্রদের অবহিত করবেন বক্তৃতা-পদ্ধতিতে। দুটি কুণ্ডলীর মৌলিক  
পার্থক্য নির্দেশ করবেন। এরপর বোর্ডে দুটি কুণ্ডলীর ছবি আঁকবেন এবং ছাত্রদের

এককে নিতে বলবেন। শিক্ষার্থীরা যান্ত্রিক পরিস্থিতি উপস্থাপিত করতে পারল কি না যাচাই করে নেবেন প্রশ্নের মাধ্যমে।

মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ কিভাবে বন্ধ করা যায় ?

গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ কিভাবে বন্ধ করা যায় ?

গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ মাত্রার একক ( ব্যবহারিক ) কি ইত্যাদি।

[ উপস্থাপনে এ পর্যন্ত বক্তৃতা-পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে। ]

এরপর অন্যান্য পরীক্ষা প্রতিপাদক পদ্ধতিতে করতে হবে।

### ৩। প্রতিপাদক পদ্ধতি বা প্রদর্শন পদ্ধতি

#### ( De nonstration Method )

বৈজ্ঞানিক তথ্য বা তত্ত্ব কল্পনা করার চাইতে বাস্তবে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে স্বচক্ষে দেখবার জন্ম ছাত্ররা অধিক উৎসাহী। প্রতিপাদক পদ্ধতিতে শিক্ষক কোন বৈজ্ঞানিক তথ্য বা তত্ত্ব পরীক্ষার মাধ্যমে ছাত্রদের নিকট উপস্থাপনা করেন। শিক্ষক নিজেই এবং কখনও কখনও ছাত্রদের সহযোগিতায় যন্ত্রপাতি মাজিয়ে পরীক্ষা করে দেখান। পরীক্ষাকালে শিক্ষক ছাত্রদের প্রাসঙ্গিক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেন এবং পর্যবেক্ষণে ভিত্তিতে ছাত্ররা উত্তর দেয়। পরীক্ষালব্ধ ফল শিক্ষক বোর্ডে লিপিবদ্ধ করেন। এই পদ্ধতিতে ছাত্ররা সমষ্টিগতভাবে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু অনুধাবনের চেষ্টা করে। শিক্ষার্থীর মন সর্বদা সচেতন থাকে। শিক্ষক যা বলেন বা করেন, শিক্ষার্থীরা তা আগ্রহের সঙ্গে লক্ষ্য করে ও উপভোগ করে। বক্তৃতা-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা নিষ্ক্রিয় শ্রোতা, কিন্তু এই পদ্ধতিতে তারা সক্রিয় শ্রোতা, দর্শক এবং কোন কোন সময় উৎসুক অংশগ্রহণকারী। ছাত্রদের কর্তব্য হ'ল প্রতিটি ধাপে যা ঘটছে তা পর্যবেক্ষণ করা, তথ্য সংগ্রহ করা ও লিপিবদ্ধ করা এবং সংগৃহীত তথ্যের মাধ্যমে যুক্তিপূর্ণ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া।

#### ॥ প্রদর্শন ও পরীক্ষার মধ্যে পার্থক্য ॥

সাধারণভাবে পূর্ণ-অভিজ্ঞতার সত্যতা যাচাই করবার উদ্দেশ্যে—যেমন কিভাবে পাতন করতে হয়, কিভাবে জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ করে হাইড্রোজেন অক্সিজেন উৎপন্ন করা যায় ইত্যাদি দেখাতে হ'ল, প্রদর্শন-পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

কিন্তু যখন সমস্যা-সমাধান করতে হয়—যেমন, জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ করা যায় কি না, করলে কি ঘটনা ঘটবে ইত্যাদি, তখন পরীক্ষা-পদ্ধতির প্রয়োজন। তবে এই ধরনের পার্থক্য গ্রহণযোগ্য নয়।

#### ॥ প্রতিপাদক পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা ॥

(ক) কোন সমস্যা-সমাধান করতে ;

(খ) কোন জিনিসকে ব্যাখ্যা অথবা বিশ্লেষণের মাধ্যমে স্পষ্ট করে তুলতে ;

- (গ) কোন সূত্র অথবা তত্ত্বের সত্যতা নিরূপণ করতে ;
- (ঘ) কোন বৈজ্ঞানিক জ্ঞানকে প্রয়োগ ক'রে দেখাতে ;
- (ঙ) কোন সমস্যা সৃষ্টি করতে ;
- (চ) কোন যান্ত্রিক কোণল বা যন্ত্রপাতি ব্যবহারের ধারণা দিতে ;
- (ছ) কোন যন্ত্রপাতির বিভিন্ন অংশের সঙ্গে ছাত্রদের পরিচয় করাতে প্রতিপাদক পদ্ধতি ব্যবহার করা যায় ।

### ॥ প্রতিপাদক পদ্ধতির সুবিধা ॥

(১) **ধারণা ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ**—এই পদ্ধতি ব্যবহারে ছাত্রদের চিন্তাধারা একই খাতে প্রবাহিত হয় । বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুযায়ী সমস্যার উপস্থাপন, সংজ্ঞা-নির্ণয়, সমাধানের প্রচেষ্টা ও সিদ্ধান্ত-গ্রহণ শ্রেণীতে সবাই একযোগে ক'রে থাকে । যদি বিষয়বস্তু স্থপরিকল্পিত উপায়ে নির্বাচন করা যায় এবং শ্রেণীর উপযোগী ক'রে পঠন করা যায়, তাহলে এই পদ্ধতিতে সকল ছাত্রই উপকৃত হতে পারে । ধারাবাহিক কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বিষয়গত ধারণা স্পষ্ট হয়ে এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে ।

(২) **অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জন**—ছাত্রবা নিজহাতে পরীক্ষা না করলেও তাদের ছক, ছবি ও গ্রাফ আঁকতে হয় । এর ফলে তাদের অঙ্কনমূলক দক্ষতা বৃদ্ধি পায় ।

(৩) **মনস্তত্ত্বনির্ভরতা**—মুঠ পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বিমূর্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণে সক্ষম হয় । এই পদ্ধতিতে ছাত্ররা উৎসাহের সঙ্গে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত অংশগ্রহণ করে ।

(৪) **যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতা**—কোন বৈজ্ঞানিক ঘটনার বিভিন্ন অংশের মধ্যে যে যুক্তির ধারাবাহিকতা আছে, এই পদ্ধতিতে সেটা দেখানো সম্ভব ।

(৫) **ব্যাপক পরীক্ষার মাধ্যমে সিদ্ধান্ত গঠন**—এই পদ্ধতিতে পরীক্ষার সাহায্যে বিভিন্ন তথ্য বিশ্লেষণ ক'রে সহজেই সিদ্ধান্ত গঠন করা যায় ।

(৬) **স্বল্প ব্যয়, স্বল্প পরিশ্রম ও স্বল্প সময়**—প্রতিপাদক পদ্ধতিতে শিক্ষকের জন্য এক সেট যন্ত্রপাতি হ'লেই চলেবে এবং একজন শিক্ষক সীমিত সময়ে অনেক ছাত্রকে পরীক্ষাটি ক'রে দেখাতে পারবেন । যেহেতু প্রত্যেক ছাত্রের প্রতি পৃথকভাবে নজর দেবার প্রয়োজন নেই, সেজন্য শিক্ষকের পরিশ্রম করতে হয় । [প্রসঙ্গঃ মনে রাখতে হবে অর্থব্যয়, সময় ও পরিশ্রমে সংকোচন করতে গিয়ে শিক্ষার মান যদি নিকট হয়, তাহলে সেটা ক্ষতির নামান্তর ।]

(৭) **পরীক্ষাগার পদ্ধতির বিকল্প হিসাবে প্রতিপাদক পদ্ধতি ব্যবহার করা যার নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে—**

(ক) যখন যন্ত্রপাতি খুব দামী, স্বেদী (sensitive) এবং অল্পবয়সী ছাত্রদের ব্যবহারের অনুপযুক্ত,

(খ) যখন পাঠ-পরিচালনায় অনেক পরীক্ষা এক সঙ্গে ক'রে দেখাবার প্রয়োজন হয়,

(গ) যখন কোন পুরাতন পাঠ দ্রুত সম্পন্ন করতে হয়,

(ঘ) যখন কোন পরীক্ষায় বিপদের সম্ভাবনা থাকে।

## ॥ অস্ববিধা ॥

(১) দর্শনের অস্ববিধা ( Lack of Visibility )—উপযুক্ত বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে পরীক্ষায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির বিভিন্ন অংশ এবং পরীক্ষা চলাকালীন প্রত্যেকটি ক্রিয়া, প্রতিক্রিয়া এবং বিক্রিয়া ভালভাবে নিরীক্ষণের প্রয়োজন। তথাকথিত প্রতিপাদক পদ্ধতিতে সে সুযোগ খুবই কম।

## (২) পরীক্ষণমূলক দক্ষতা ( Experimental skill ) ও সক্রিয়তালাভে অন্তরায়—

(ক) ছাত্ররা নিজহাতে যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে না বলে যন্ত্রপাতির ব্যবহার এবং বিভিন্ন অংশ সম্পর্কে ধারণা ছাত্রদের ঠিকমত গড়ে ওঠে না।

(খ) প্রতিপাদক পদ্ধতিতে দূর থেকে দেখে বা শব্দ শুনে কোন বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়া অনেক সময় যথাযথ উপলব্ধি করা যায় না। বস্তুর গঠনপ্রণালী, গন্ধ, বলের মাত্রা ( magnitude of force ) উপযুক্ত ইন্ড্রিয়র মাধ্যমে উপলব্ধি করতে পারলে অভিজ্ঞতা হ্রদ্রু হয়।

এই পদ্ধতিতে তাই পরীক্ষণমূলক দক্ষতা বৃদ্ধি পায় না। এজন্য এই পদ্ধতি শিক্ষার সক্রিয়তা-নীতির পরিপন্থী।

(৩) ব্যক্তিস্বাভাবের প্রতি ঔদাসীন্য—এই পদ্ধতিতে চরম পর্যায়ে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত চাহিদা, মানসিক যোগ্যতার প্রতি কোন গুরুত্ব দেওয়া হয় না।

(৪) শিক্ষকের অহেতুক দ্রুতগতি—অনেক সময় শিক্ষক যন্ত্রপাতি দ্রুত সজ্জিত করেন এবং দ্রুত পরীক্ষা সম্পন্ন করেন, যার জন্য শিক্ষার্থী কোনকিছুই ভালভাবে অনুধাবন করতে পারে না এবং প্রশ্ন জিজ্ঞাসার উৎসাহ পায় না।

(৫) মেধাবী ও উৎসাহী ছাত্রদের প্রাধান্য—অনেক সময় যুষ্টিমেয় উৎসাহী শিক্ষার্থীর পুনঃ পুনঃ প্রশ্নের উত্তর দিতে গিয়ে শিক্ষক অন্য ছাত্রদের প্রতি মনোনিবেশ করতে ব্যর্থ হ'ন।

## ॥ প্রতিপাদক পদ্ধতিকে অধিক কার্যকরী করার উপায় ॥

দেখা গেছে, প্রতিপাদক পদ্ধতিতে ব্যয়বাহুল্য কম এবং বিজ্ঞান-শিক্ষায় নিছক বক্তৃতা-পদ্ধতি থেকে অনেক শ্রেয়ঃ। আমাদের বিদ্যালয়ের দুর্বল অর্থনীতি, ছাত্র-সংখ্যার আধিক্য, বিজ্ঞান-শিক্ষকের যোগ্যতা, যন্ত্রপাতির স্বল্পতা, বিজ্ঞানে পাঠদানের সময়ের অল্পতা বিবেচনা ক'রে এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দেবার কথা অনেকে বলেছেন। পঃ বঃ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ বিজ্ঞান-শিক্ষায় প্রতিপাদক পদ্ধতি যথাসম্ভব ব্যবহার করতে বলেছেন। কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষায় ব্যাপকভাবে এই পদ্ধতির অহুসরণ করার আগে এই পদ্ধতির অস্ববিধাগুলি সাধ্যমত দূর করা প্রয়োজন। উপায়গুলি আলোচিত হল।



বিশেষ বিষয়ের জন্য পদ্ধতি উপযুক্ত কি না—শিক্ষকে দেখতে হবে বিষয়বস্তু প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পড়ানো উচিত এবং সম্ভব কি না। ডেমন্স্ট্রেশন সম্পর্কে শিক্ষকের পরিকার ধারণা থাকা উচিত।

(২) শিক্ষকের পূর্বপ্রস্তুতি—ডেমন্স্ট্রেশনের জন্য নির্দিষ্ট পরীক্ষা যাতে সূত্রেভাবে সম্পন্ন হয়, তার জন্য শিক্ষকে বারংবার পূর্বপ্রস্তুতি নিতে হবে। শিক্ষকের এমন কিছু করা উচিত নয় যাতে শিক্ষার্থীর আগ্রহ ও মনোযোগ ব্যাহত হতে পারে। পরীক্ষা চলাকালীন হঠাৎ কোন অসুবিধার সৃষ্টি হ'লে শিক্ষার্থীদের কারণ বুঝিয়ে বলতে হবে।

(৩) যন্ত্রপাতির সজ্জা—ডেমন্স্ট্রেশনের জন্য প্রয়োজনীয় যাবতীয় সামগ্রী আগের থেকেই টেবিলে নিয়মিত সাজিয়ে রাখতে হবে যাতে প্রয়োজনে সবকিছু সঙ্গে সঙ্গে পাওয়া যায়।

(৪) ডেমন্স্ট্রেশনের গতি—ডেমন্স্ট্রেশন দ্রুত হ'লে ছাত্রদের বুঝতে অসুবিধা হয়, আবার খুব ধীরে হ'লে ছাত্রদের ধৈর্যচ্যুতি ঘটতে পারে। এসব বিবেচনা ক'রে ডেমন্স্ট্রেশনের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে হবে।

(৫) উদ্দেশ্যের স্পষ্টতা—ডেমন্স্ট্রেশনের উদ্দেশ্য ছাত্রদের বুঝিয়ে বলতে হবে এবং প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত উদ্দেশ্য অসুবিধারী ডেমন্স্ট্রেশন চলবে।

(৬) ছাত্রদের অংশগ্রহণ—(ক) যন্ত্রপাতির সজ্জায় ছাত্রদের সহযোগিতা গ্রহণ করতে হবে। প্রয়োজনে দু-একজন ছাত্রকে আগের থেকে প্রস্তুত ক'রে তাদের সাহায্যে ডেমন্স্ট্রেশনের কাজ পরিচালনা করা যেতে পারে।

(খ) অল্প কোন সুবিধাজনক উপায়ে ডেমন্স্ট্রেশন দেওয়া যায় কি না, সে বিষয়ে ছাত্রদের সত্যমত চাওয়া যেতে পারে।

(৭) চার্ট, মডেলের ব্যবহার—ডেমন্স্ট্রেশন-এর দুর্য্যোগ জায়গাগুলিতে শিক্ষক ছাত্রদের সহজ ভাষায় বুঝিয়ে দেবেন এবং প্রয়োজনে চার্ট, মডেল ও অন্যান্য দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষাসহায়ক উপকরণ ব্যবহার করতে পারেন। কোন দামী যন্ত্রপাতির ভাঙ্গা অংশ, ভাঙ্গা মিটার, মেন স্কেইচ, হারমোনিয়মের রীড, বড়ির যন্ত্রাংশ ইত্যাদি ডেমন্স্ট্রেশনের সময় প্রয়োজন হ'লে ব্যবহার করা যেতে পারে।

(৮) দর্শনের উন্নত ব্যবস্থা (Arrangement of better visibility) (ক) ডেমন্স্ট্রেশনের জন্য পৃথক একটি ঘর থাকা বাঞ্ছনীয়। ছাত্রদের যথাসম্ভব কাছাকাছি অর্ধবৃত্তাকার গ্যালারীযুক্ত আসনে বসাতে পারলে ভাল হয়। অল্পখায় উচ্চ টেবিলের উপর অথবা উচ্চ মঞ্চে টেবিলের উপর পরীক্ষা-ব্যবস্থা করা যেতে পারে। ছাত্ররা যাতে যন্ত্রপাতির পশ্চাদংশ দেখতে পায়, সেজন্য পেছনের দেওয়ালে সুবিধামত জায়গায় একটা বড় আয়না টাঙানো যেতে পারে।

ভো: বি: শি:—৬ (Jo.)

(খ) যন্ত্রপাতিগুলি আকারে বড় হওয়া উচিত এবং কোন যন্ত্রপাতির গারে অংশাংশ থাকলে সেগুলি স্পষ্ট এবং ফাঁক ফাঁক হওয়া প্রয়োজন।

(গ) ডেমন্স্ট্রেশনের জন্য প্রয়োজনীয় চার্ট বা ডায়াগ্রাম দেওয়ালে উন্মুক্ত স্থানে টাঙানো যেতে পারে। পরীক্ষা-টেলিলের কাছাকাছি একটি বড় ব্ল্যাকবোর্ড থাকা প্রয়োজন।

(২) শিক্ষকের নাটকীয়তা—পরীক্ষা আকর্ষণীয় ক'রে তোলার জন্য শিক্ষককে অনেক সময় নাটকীয় পরিবেশ সৃষ্টি করতে হবে। পরীক্ষার কোন গুরুত্বপূর্ণ স্তরের প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণের জন্য প্রয়োজন হ'লে আগের থেকেই উৎকর্ষার সৃষ্টি করতে হবে। শিক্ষকের নাটকীয়তা, বাচনভঙ্গী অনেক সময় নিরস পরীক্ষাকে আকর্ষণীয় ক'রে তোলে।

(১০) স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি বা সহজ যন্ত্রপাতি ব্যবহার—ডেমন্স্ট্রেশনের জন্য শিক্ষক অথবা শিক্ষার্থী নির্মিত যন্ত্রপাতি অথবা সহজ ধরনের যন্ত্রপাতি ব্যবহার করলে পরীক্ষা আকর্ষণীয় হয়ে ওঠে।

### বহুতা-পদ্ধতি বনাম প্রতিপাদক-পদ্ধতি

॥ সাদৃশ্য ॥ (১) দুটি পদ্ধতিই দলগত শিক্ষা-ব্যবস্থার (Group Teaching)-এর অন্তর্ভুক্ত।

(২) শিক্ষকের সক্রিয়তা বেশী।

(৩) অর্থ, সময় ও পরিশ্রমের প্রয়োজন কম।

॥ বৈসাদৃশ্য ॥ (১) বহুতা-পদ্ধতি মূলতঃ মৌখিক পদ্ধতি, শিক্ষক বহুতার সাহায্যে পাঠদান করেন, প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে শিক্ষক পরীক্ষা ক'রে দেখান।

(২) বহুতা-পদ্ধতিতে পরীক্ষার মাধ্যমে সত্যকে যাচাই করা হয় না বলে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ হয় না।

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পরীক্ষার ব্যবস্থা আছে, সেজন্য এই পদ্ধতি বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর উন্নয়নে সহায়ক।

॥ বহুতা এবং প্রতিপাদক পদ্ধতির মধ্যে কোন্টি অধিক কার্যকরী ?

এ প্রশ্নের জবাবে যদিও বলা হয় প্রতিপাদক পদ্ধতি, মনে রাখা দরকার, বহুতার সুযোগ না থাকলে প্রতিপাদক পদ্ধতি কখনই কার্যকর হয় না। কারণ বহুতা এবং প্রতিপাদক পদ্ধতি অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িত। বহুতা-পদ্ধতির সুবিধাগুলি বজায় রেখে যখন বিশেষ উদ্দেশ্য নিয়ে শিক্ষক কোন পরীক্ষা ক'রে দেখান, তখন সেই পদ্ধতি হ'ল প্রতিপাদক-পদ্ধতি। অনেকে তাই প্রতিপাদক-পদ্ধতিকে বহুতা-প্রতিপাদক পদ্ধতি

(Lecture-Demonstration Method) বলে থাকেন। সেসব কথা বাদ দিলেও বক্তৃতা এবং প্রতিপাদক পদ্ধতি নিঃসন্দেহে পরস্পরের পরিপূরক।

॥ কোন্ টপিকগুলো প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পড়ানো উচিত ? ॥

**মুখ্য শ্রেণীতে :** ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন, আলোর সরল রৈখিক গতি, আলোর প্রতিফলন।

**অষ্টম শ্রেণীতে :** তাপ-সঞ্চালন, চুম্বকের ধর্ম, স্থির তড়িৎ প্রাথমিক ধারণা চল-বিদ্যুতের তাপীয় ও চুম্বকীয় প্রভাব ও উহার প্রয়োগ।

**নবম শ্রেণীতে :** আলোর বিচ্ছুরণ (Dispersion) প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পড়ানোর নির্দেশ দিয়েছেন পঃ বঃ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ।

∴ প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পাঠদানের উদাহরণ ॥

**উদাহরণ ১।**

বক্তৃতা ও ডেমন্স্ট্রেশনের  
সাহায্যে পাঠ দান  
করা হবে।

**পাঠ :** “প্রতিফলনের ক্ষেত্রে আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণের সমতা প্রদর্শন।”

**শ্রেণী :** নবম

**শিক্ষার উদ্দেশ্য :** (ক) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি সম্পর্কে জ্ঞানদান, (খ) আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সম্পর্ক সম্বন্ধে ধারণা, (গ) প্রতিফলন সম্পর্কিত জ্ঞান বাস্তবে প্রয়োগ করতে সাহায্য করা।

**শিক্ষা-উপকরণ—**\* দুটি ভিন্ন রঙের সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট উলবোনা কাঁটা, \* একটি স্ট্যাণ্ডলাগানো আয়না, \* একটি বড় ভাস্ক্রা অথবা ভাল আয়না ( দেওয়ালে ঝোলানোর জন্য ), \* ড্রয়িং বোর্ড, \* বোর্ড পিন, \* একটি বড় আকারের অর্ধবৃত্ত অঙ্কিত সাদা কাগজ ( অর্ধবৃত্তের ঠিক মাঝখান থেকে শুরু করে দুই প্রান্ত পর্যন্ত প্রত্যেক ক্ষেত্রে পরিধি বরাবর  $0^\circ-90^\circ$  অংশাঙ্কন করা থাকবে। কেন্দ্র এবং পরিধির মধ্য বিন্দু একটি সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করা থাকবে। ) \* একটি রোলবোর্ড ( সাদা কাগজের অল্পরূপ ছবি রোলবোর্ডে আঁকা থাকবে )।

**শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান—**জ্যামিতিক কোণ সম্পর্কিত জ্ঞান, জলে এবং ময়ূষ তলে সূর্যের আলোর প্রতিফলন ইত্যাদি সম্পর্কিত জ্ঞান।

**শ্রেণীকক্ষের ব্যবস্থাপনা—**শিক্ষক প্রয়োজনীয় প্রস্তুতি নিয়ে শ্রেণীকক্ষে এসে তাঁর জিনিসপত্র শ্রেণীর পরীক্ষা-টেবিলে রাখবেন, রোলবোর্ড এবং ভাস্ক্রা আয়না যাতে দেওয়ালে ঝোলানো যায় তার ব্যবস্থা করবেন। শিক্ষক প্রয়োজনে শিক্ষার্থীদের সাহায্য নেবেন।

**আয়োজন—**পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য শিক্ষক বিভিন্ন ছাত্রকে প্রশ্ন করবেন। দেওয়ালে টাঙানো আয়নায় তুমি কাকে কাকে দেখতে পাচ্ছ? ( প্রত্যেকেই বলবে অন্য প্রান্তের ছেলেদের দেখতে পাচ্ছে )।

কেন ?

## ॥ উপস্থাপন ॥

## ॥ পরীক্ষা ॥

শিক্ষণীয় বিষয়	শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন	শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
১। আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মির দিক নির্ণয়	আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মির দিক নির্ণয়ের সহজ উপায়ের সঙ্গে ছাত্রদের পরিচিত করা।	পিছনের ছাত্ররা যারা পরীক্ষা ভালভাবে দেখতে পাবে না, তাদের বোলবোর্ড দেখতে বলা হবে। ড্রয়িং বোর্ডে কাগজ আটকান, দর্পণ স্থাপন ইত্যাদি শিক্ষার্থীরা শিক্ষকের নির্দেশ করবে। একজন শিক্ষার্থী এসে যে কোন ব্যাসার্ধ বরাবর একটি উলের কাঁটা স্থাপন করবে যাতে কাঁটার একটি মুখ কেন্দ্রকে স্পর্শ করে। এই কাঁটা বরাবর যে রশ্মি আপতিত হয়েছে, তাকে আপতিত রশ্মি বলে (শিক্ষক বুঝিয়ে দেবেন)। শিক্ষকের নির্দেশে অন্য কেউ এসে অন্য উলের কাঁটার সাহায্যে প্রতিফলিত রশ্মির দিক নির্ণয় করবে।	এক্ষেত্রে আপতিত রশ্মির দিক কোনটি? প্রতিফলিত রশ্মির দিক
২। আপতিত কোণ ও প্রতিফলন কোণের সম্পর্ক	শিক্ষার্থী বাস্তব প্রয়োজনে কোণ পরিমাপের দক্ষতা অর্জন করবে এবং কোণের সম্পর্ক নির্ণয়ে সমর্থ হবে।	অন্যান্য শিক্ষার্থীরা এসে কোণ মাপবে এবং কোণ দুটির সম্পর্ক নির্ণয় করবে।	কোনটি? আপাতন কোণ কোনটি? প্রতিফলন কোণ কোনটি? দুটি কোণের সম্পর্ক কি?

সামাজিকরণ—বিভিন্ন আপতিত রশ্মির জন্য পরীক্ষাটি আরও কয়েকবার করা হবে। পর্দাবেক্ষণগুলি শিক্ষক ছকের আকারে বোর্ডে লিখে দেবেন। পর্দাবেক্ষণগুলি ?



ভিত্তিতে। সিদ্ধান্ত গ্রহণে তিনি শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন এবং সিদ্ধান্তগুলি বোর্ডে লিখে দিয়ে ছাত্রদের লিখে নিতে বলবেন। পরীক্ষাটির একটি ছবি শিক্ষার্থীরা এঁকে নেবে।

**প্রয়োগ ও বাড়ীর কাজ**—প্রয়োগ ও বাড়ীর কাজ হিসাবে কিছু গাণিতিক অঙ্কনমূলক সমস্যা এবং ব্যবহারিক জীবনের সমস্যা ব্যবহারিক জীবনের সমস্যা সমাধানের জন্ত দেওয়া হবে।

**বিঃ দ্রঃ**—প্রতিপাদক পদ্ধতি অনুসরণ করবার জন্য এখানে অতিসাধারণ বা স্বহস্ত-নির্মিত উপকরণ (Improvised apparatus) ব্যবহার করা হয়েছে যেহেতু সূক্ষ্ম পরিমাপ-পদ্ধতি আয়ত্ত করা এই পদ্ধতির উদ্দেশ্য নয়। অন্তর্ভুক্ত পিনের সাহায্যে (by Pin Method) বা হার্টলের আলোক-চক্রের (Hartle's Optical Disc) ব্যবহার করে পরীক্ষাটি করবার প্রয়োজন ছিল।

[ উপস্থাপনে শিক্ষকের ভূমিকা অধিক এবং এখানে উপস্থাপন পরীক্ষার মাধ্যমে করা হচ্ছে। সেজন্য উপস্থাপন প্রতিপাদক পদ্ধতির একটি উদাহরণ। ]

## উদাহরণ ২।

বক্তা ও ডেমন্স্ট্রেশনের  
সাহায্যে পাঠদান করা  
হবে।

**পাঠ**—“সালফার-ডাই-অক্সাইডের প্রস্তুতি ও ধর্মের  
পরীক্ষা”

**শ্রেণী**—নবম

**শিক্ষার উদ্দেশ্য**—(ক)

- (খ) রাসায়নিক পরীক্ষার যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচয় করানো ;  
অত্যন্ত গ্যাস প্রস্তুতির সঙ্গে  $SO_2$  গ্যাস প্রস্তুতির পদ্ধতির পার্থক্য সম্পর্কে অবহিত করা ;  
(গ) গ্যাসকে সনাক্তকরণের উপায় ও বিরঞ্জক সম্পর্কে ধারণা দেওয়া ;  
(ঘ) গ্যাসের ব্যবহারিক প্রয়োগ সম্পর্কে অবহিত করা।

৥ **শিক্ষা-উপকরণ** ॥

**যন্ত্রপাতি**—নির্গম নল, দীর্ঘনলযুক্ত ফ্যানেল, গোলতল ক্লাস, বস্তুনী (stand), ভারজালি, তিনপায়া স্ট্যান্ড ও দীপ (Burner), তিন বা চারটি গ্যাসজার, দেশলাই ইত্যাদি।

**বিকারক**—তামার ছিবড়া, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড।

**ধর্ম-পরীক্ষার উপকরণ**—রঙীন ফুল, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, লিটমাস কাগজ, পরীক্ষনল ইত্যাদি।

**শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ**—রোলবোর্ড, গ্যাস প্রস্তুতির চিত্র।

**শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান**—হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি গ্যাস প্রস্তুতির জ্ঞান গাঢ় অ্যাসিড ব্যবহারের সতর্কতা সম্পর্কে ধারণা, তাপের ব্যবহার সম্পর্কে ধারণা ও বিভিন্ন রঙের সঙ্গে পরিচিতি ইত্যাদি।

**শিক্ষকের পূর্বপ্রস্তুতি**—শিক্ষক শ্রেণীতে আসবার আগে অন্ততঃ একবার পরীক্ষাটি ক'রে দেখবেন।

**প্রয়োজন**—পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য শিক্ষক নীচের প্রশ্নগুলি করতে পারেন।

একটি জলস্ত কাঠির সাহায্যে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইডকে কিভাবে সনাক্ত করবে?

তিনটি গ্যাসের মধ্যে কোনটি সবচেয়ে ভারী?

বায়ু থেকে ভারী কোন গ্যাসকে কিভাবে সংগ্রহ করবে?

নীল লিটমাস কাগজকে লাল করা যায় কিভাবে? ইত্যাদি।

## II উপস্থাপন II

১। **শিক্ষণীয় বিষয়**—রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্কে ধারণার দান।



**শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন**—শিক্ষার্থী পরীক্ষাগারে গ্যাস উৎপাদনের প্রয়োজনীয় বিক্রিয়া নির্বাচন করবে।

**শিক্ষকের কাজ**—উপযুক্ত বিক্রিয়াটি শিক্ষক উল্লেখ ক'রে বোর্ডে লিখবেন ও ছাত্রদের লিখে নিতে বলবেন। বিক্রিয়া ঘটবার শর্তগুলি মুখে বলবেন।

**মূল্যায়ন (শিক্ষক প্রশ্ন করবেন)**— $SO_2$  গ্যাসের প্রস্তুতিতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রয়োজন—সত্য/মিথ্যা [যেটা ঠিক সেটার ✓ চিহ্ন দাও]

২। **শিক্ষণীয় বিষয়**—গ্যাস প্রস্তুতির যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচয়।

**আচরণগত পরিবর্তন**—শিক্ষার্থী অঙ্কনের দক্ষতা অর্জন করবে।

**শিক্ষকের কাজ**—শিক্ষক যন্ত্রপাতির সজ্জার সঙ্গে পরিচয় করিয়ে সজ্জার ছবি বোর্ডে আঁকবেন ও ছাত্রদের এঁকে নিতে বলবেন।

৩। **গ্যাস-প্রস্তুতি ও সংগ্রহ**—গ্যাস-প্রস্তুত ও সংগ্রহ ক'রে ছাত্রদের দেখানো হবে।

**শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন**—শিক্ষার্থী  $SO_2$  গ্যাস-প্রস্তুতির বৈশিষ্ট্য এবং পদ্ধতি উপলব্ধি করবে।

**শিক্ষক ও ছাত্রের কাজ**—গ্যাস প্রস্তুতির এবং সংগ্রহের নিয়মকানুন অস্থায়ী কাজ করে শিক্ষক গ্যাস উৎপাদন ও সংগ্রহ করবেন। তিনি প্রয়োজনবোধে যন্ত্রপাতির সজ্জায় ও পরীক্ষা পরিচালনায় শিক্ষার্থীর সহযোগিতা গ্রহণ করতে পারেন। পরীক্ষার প্রতিটি স্তরের [যেমন ক্লাসে ফানেল ও নির্গম নল লাগানো, ক্লাস বায়ুনিরুদ্ধ করা, অ্যাসিড ঢালা, গ্যাস-জারে গ্যাস সংগ্রহ...] প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করতে হবে।

**মূল্যায়ন (শিক্ষক প্রশ্ন করবেন)**—গ্যাস কিভাবে সংগ্রহ করা হচ্ছে? কেন?

এভাবে অল্প কোন্‌ গ্যাস সংগ্রহ করা হয়েছে? অক্সিজেন গ্যাস কিভাবে সংগ্রহ করা হয়েছে?

৪। শিক্ষণীয় বিষয়—গ্যাসের ধর্মগুলি পরীক্ষা (দাহ নয়, দহনের সহায়ক নয়, বিজারণধর্মী, কখনও কখনও জারণধর্মী, বিরঞ্জক হিসাবে কাজ করে ইত্যাদি)।

শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন—(ক) অজ্ঞাত গ্যাসের সঙ্গে  $SO_2$  গ্যাসের মৌলিক পার্থক্যগুলি শিক্ষার্থী উপলব্ধি করবে।

(খ) পরীক্ষার মাধ্যমে কোনকিছুর গুণ বা বৈশিষ্ট্য যাচাই করতে উৎসাহী হবে (বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী)।

শিক্ষার্থী ও শিক্ষকের কাজ—শিক্ষক একে একে গ্যাসভর্তি জারগুলি নিয়ে গ্যাসের ধর্মগুলি পরীক্ষা করবেন এবং শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন এবং সিদ্ধান্ত-গ্রহণে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন। রঙের পরিবর্তন বা গ্যাসের গন্ধ ইত্যাদি উপলব্ধির জন্য শিক্ষক ছাত্রদের পরীক্ষা-টেবিলের কাছে ডাকবেন অথবা নিজেই নমুনাগুলি ছাত্রদের বেঞ্চের কাছে নিয়ে যাবেন। শিক্ষার্থীরা পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্তগুলি নীচের ছকের আকারে লিপিবদ্ধ করবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১।		
২।		

মূল্যায়ন (শিক্ষক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন—)

গ্যাসের গন্ধ কিরূপ?

$SO_2$ -র জলীয় দ্রবণের ধর্ম কি ধরনের?

অক্সিজেন এবং  $SO_2$ -র মধ্যে কোন্‌ গ্যাস দহনের সহায়ক নয়? ইত্যাদি।

প্রয়োগ ও বাড়ীর কাজ—[ সালফার-ডাই-অক্সাইড জীবাণুনাশক,  $SO_2$ -কে সালফিউরিক অ্যাসিড তৈরি করতে ব্যবহার করা হয়, তাপশোষক হিসাবে ব্যবহার করা হয়, বিরঞ্জক পদার্থ হিসাবে ব্যবহার করা হয়, চিনি উৎপাদনে ব্যবহার করা হয়... ইত্যাদি। ] শ্রেণীর এবং বাড়ীর কাজের জন্য সালফার-ডাই-অক্সাইডের এই সব ব্যবহারিক উপযোগিতার ভিত্তিতে কিছু প্রয়োগমূলক প্রশ্ন রাখা যেতে পারে।

অতিরিক্ত পাঠ—ডেমন্স্ট্রেশনের শেষে Reference Book-এর নাম বলে দিতে হবে এবং উচ্চতর জ্ঞানলাভের জন্য শিক্ষার্থীদের সেই বইগুলি পড়তে বলা হবে।

[ এখানে উপস্থাপন পরীক্ষার সাহায্যে করা হয়েছে এবং শিক্ষাকার্য পরিচালনায় শিক্ষকের ভূমিকা অধিক। তাই এই পদ্ধতি প্রতিপাদক পদ্ধতির একটি উদাহরণ। ]

## আবিষ্কার-পদ্ধতি (Heuristic Method)

বিজ্ঞানের সত্য, তথ্য বা নীতিগুলো শিক্ষকের মুখ থেকে শুনে নিলে বিজ্ঞানের জ্ঞান বৃদ্ধি হতে পারে, কিন্তু শিক্ষার্থীর স্বাধীন চিন্তাধারা, যুক্তি-শক্তি, ধারণা বা বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে না। কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষায় এই জিনিসগুলির গুরুত্ব কোন অংশে কম নয়। ব্যাপারটা উপলব্ধি করেছিলেন উনবিংশ শতাব্দীর শেষ দিকে ইংল্যান্ডের এক অধ্যাপক H.E. Armstrong। তিনি বললেন—বিজ্ঞানকে শিখতে হবে আবিষ্কারের মাধ্যমে। তাঁর প্রবর্তিত পদ্ধতির নাম হ'ল “আবিষ্কার-পদ্ধতি” বা Heuristic Method. আবিষ্কার-পদ্ধতিতে কিভাবে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান শিখবে, সে সম্পর্কে বলতে গিয়ে তিনি বললেন—*“Heuristic Method is a method of teaching which involves our placing the students as far as possible in the attitude of a discoverer—method which involves their finding out instead of being merely told about things.”* অর্থাৎ তিনি বললেন—বিজ্ঞানের বিষয়গুলি ছাত্রদের মুখে বলে দেওয়া হবে না বরং আবিষ্কারকের দৃষ্টিভঙ্গী নিয়ে আবিষ্কারের মাধ্যমে বিষয়গুলি জেনে নিতে তাদের সাহায্য করা হবে।

### ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতির তাৎপর্য ॥

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী তার শিক্ষণীয় বিষয় পরীক্ষা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে নিজের প্রচেষ্টায় আয়ত্ত করবে। কোন সত্যকে বা তথ্যকে নিজের সংস্কার ও বিশ্বাসের দ্বারা গ্রহণ না করে পরীক্ষা পর্যবেক্ষণ করে নিজের যুক্তি ও বিচারশক্তি প্রয়োগ করে গ্রহণ করবে।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী নতুন অভিজ্ঞতার সন্ধান করবে তার বর্তমান জ্ঞানের পরিপ্রেক্ষিতে। শিক্ষার্থী স্বাধীনভাবে পরীক্ষা সম্পাদন করবে বা আবিষ্কার করবে ঠিকই, কিন্তু শিক্ষকের নির্দেশ মেনে তাকে চলতে হবে। প্রয়োজনে শিক্ষার্থী তার সহপাঠী এবং শিক্ষকের সঙ্গে আলোচনা করতে পারবে। শিক্ষার্থীর পরীক্ষা শুধু হবার পর শিক্ষকের ভূমিকা হবে নেপথ্য নায়কের মত। শিক্ষক শুধু লক্ষ্য রাখবেন শিক্ষার্থীরা ভুল পথে চলছে কি না, অথবা কোন বিপদের সম্মুখীন হচ্ছে কি না।

প্রকৃতপক্ষে আবিষ্কার-পদ্ধতিতে জ্ঞানলাভ করা মুখ্য উদ্দেশ্য নয়, জ্ঞানলাভ করবার কৌশল আয়ত্ত করাই বড় কথা। সেজনা পরীক্ষা বা গবেষণা কিভাবে পরিচালনা করতে হয়, তারপরেই গুরুত্ব দেওয়া হয়, পরীক্ষার দ্বারা শিক্ষার্থী কি শিখবে, তার ওপর বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হয় না। ঠিক এই কারণে বলা যায়, আবিষ্কার-পদ্ধতি শুধু বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি পদ্ধতি নয়, সমগ্র শিক্ষা-পদ্ধতির একটি আদর্শ।

যদিও বলা হচ্ছে, শিক্ষার্থী আবিষ্কার করবে কিন্তু প্রকৃতপক্ষে এখানে আবিষ্কৃত এবং প্রতিষ্ঠিত কোন সত্যকে পুনরায় আবিষ্কারের মাধ্যমে জেনে নেওয়া হচ্ছে মাত্র।



সক্রিয়তার মাধ্যমে শিক্ষালাভের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতির ভাবধারাকে ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে বিভিন্ন শিক্ষার ক্ষেত্রে। এই পদ্ধতির ব্যক্তিস্বাভা এবং সক্রিয়তার নীতির উপর ভিত্তি করে গড়ে উঠেছে প্রোজেক্ট-পদ্ধতি, সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি, পরীক্ষাগার-পদ্ধতি, নির্দেশনামূলক-পদ্ধতি ইত্যাদি।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষকের প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য ॥

আবিষ্কার-পদ্ধতি পরিচালনার জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষকের যথেষ্ট বিষয়জ্ঞান, মেধা, উপস্থিত বুদ্ধি ও স্বজনী ক্ষমতা থাকা প্রয়োজন। কাজের প্রতি আগ্রহ, কাজ করবার ক্ষমতা এবং শিশুকেদ্রিক শিক্ষাব্যবস্থা সম্পর্কে অভিজ্ঞতা থাকা প্রয়োজন। শিক্ষক সামাজিক গুণসম্পন্ন হ'লে তাঁর পক্ষে এই পদ্ধতিতে পরিকল্পনা করা খুব সুবিধাজনক হবে। শিক্ষকের দায়িত্ব সম্পর্কে Raymont বলেছেন, শিক্ষার্থীর আবিষ্কার বা পরীক্ষা চলাকালীন শিক্ষক নিষ্ক্রিয় থাকবেন না। তিনি শিক্ষার্থীকে ততটুকুই সাহায্য করবেন, যার ফলে শিক্ষার্থী বিপথগামী না হয় এবং কাজে উৎসাহ পায়।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতিতে কাজের নিয়ম ॥ ( Essential Activities in Heuristic Method )

এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী তার নিজের পরীক্ষা-নিরীক্ষা শুরু করবে শিক্ষকের লিখিত নির্দেশপত্রের ( Instruction Card ) নির্দেশ অনুসারে। নির্দেশপত্রে লেখা থাকবে—

- (ক) কিতাবে কাজ শুরু করতে হবে,
- (খ) কি ধরনের পর্যবেক্ষণ করতে হবে,
- (গ) শিক্ষার্থীর নির্দিষ্ট সময়সূচীর সঙ্গে পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের কি যোগসূত্র থাকবে

ইত্যাদি।

পরীক্ষা শুরু হবার পর ন্যূনতম প্রয়োজনের ভিত্তিতে শিক্ষার্থী তার সহপাঠীবৃন্দ ও শিক্ষকের মধ্যে আলাপ-আলোচনা এবং সহযোগিতা চলেতে পারে।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতির সুবিধা ॥

১। আবিষ্কার-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি সাধিত হয়।

(ক) বৈজ্ঞানিক দক্ষতা—কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী শিক্ষালাভ করে বলে শিক্ষার্থীর কর্মদক্ষতা, পরীক্ষা-সম্পাদনের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

(খ) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী—পরীক্ষার মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক সত্য বা তথ্যকে আয়ত্ত করতে হয় বলে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে। এর ফলে শিক্ষার্থী তার ব্যক্তিগত জীবনেও কোন সত্যকে যাচাই না করে গ্রহণ করতে রাজী হবে না।

(গ) ধারণা—নিজের প্রচেষ্টায় ভুল ও ত্রুটির মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয়কে আয়ত্ত করতে গিয়ে বিজ্ঞানের কার্যকারণ সম্বন্ধকে শিক্ষার্থী যথার্থ উপলব্ধি করতে পারে।

২। এই পদ্ধতিতে শিক্ষালাভ করতে গিয়ে শিক্ষার্থীর সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটে।

(ক) শিক্ষার্থীরা পরস্পরের মধ্যে আলাপ-আলোচনা ও সহযোগিতার মাধ্যমে নিজ নিজ কর্ম সম্পাদন করে বলে তাদের মধ্যে প্রীতির সম্পর্কে গড়ে উঠে।

(খ) শিক্ষকের সঙ্গে শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগত যোগাযোগ ঘটে বলে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রীতির ভাব বা Rapport গড়ে উঠে। আজকের শিক্ষাব্যবস্থায় Rapport-এর গুরুত্ব অসীম।

(গ) ব্যক্তিগতভাবে কর্ম সম্পাদন করতে গিয়ে শিক্ষার্থী আত্মনির্ভর, আত্মবিশ্বাসী এবং কষ্টসহিষ্ণু হয়। স্বাধীনভাবে কাজ করতে গিয়ে স্বাধীন চিন্তাধারা এবং বিচার-ক্ষমতার অধিকারী হয়।

৩। এই পদ্ধতির কতকগুলি ব্যবহারিক মূল্য আছে—

(ক) আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার মাধ্যমে শেখে বলে শিক্ষণীয় বিষয় সহজেই মনে রাখতে পারে।

(খ) বিঘ্নালয়েই সব কাজ শেষ হয় বলে বাড়ীতে কোন কাজ প্রায়ই থাকে না।

(গ) ব্যক্তিগতভাবে কাজ করতে হয় বলে প্রত্যেকে নিজ নিজ স্থবিধা অনুসারে অগ্রসর হতে পারে।

৪। আবিষ্কার-পদ্ধতি মনস্তত্ত্বভিত্তিক—কারণ এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর চাহিদা-গুলি যেমন—আত্মবিকাশের চাহিদা, স্বাধীনতা ও সক্রিয়তার চাহিদা যথাযথ গুরুত্ব পায়। শিক্ষার্থীর স্বজনানুসূহা চরিতার্থ হয়। ব্যক্তিগত কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী তার যোগাতার মূল্যায়নে সমর্থ হয় এবং নিজের অভিজ্ঞতাকে সার্থকভাবে কাজে প্রয়োগ করতে সমর্থ হয়। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিস্বাভাব্য মর্যাদা পায় বলে তার ব্যক্তিসত্তার পরিপূর্ণ বিকাশ সম্ভব হয়। শিক্ষার্থী মনস্তাত্ত্বিক উপায়ে কাজ করে, কিন্তু বিজ্ঞানের জ্ঞান-অর্জন করে যুক্তিমূলক উপায়ে এবং এই উপায় হ'ল সর্বজনস্বীকৃত শিক্ষানীতি।

## ৥ পদ্ধতির অন্ত্রবিধা।

(১) আবিষ্কারের ভূমিকায় শিক্ষার্থীকে স্থাপন করা তাত্ত্বিক দিক থেকে সম্ভব হলেও বাস্তবে তা অসম্ভবের কাছাকাছি। দৃঢ়তাহীন মানসিক ক্ষমতা নিয়ে গভীর আত্মপ্রত্যয়-যুক্ত বৈজ্ঞানিকের মত কাজ করা তার পক্ষে সম্ভব নয়। নিজ দায়িত্বে কাজ করতে গিয়ে সে বিপদগ্রস্ত হতে পারে। ব্যক্তিগত উত্তোঙ্গে আবিষ্কার করতে গিয়ে বারংবার ব্যর্থ হলে তার আগ্রহ নষ্ট হতে পারে।

(২) এই পদ্ধতিতে জ্ঞান আহরণ করা সম্ভব নয়। জ্ঞান-আহরণের প্রস্তুতিটাই এখানে বেশী ক'রে দেখা হয়। F. W. Wasteway-এর মতে, *"The Heuristic method is intended to provide a training in method, knowledge is a secondary consideration altogether."*

(৩) নির্দিষ্ট পাঠক্রম অনুযায়ী এই পদ্ধতিতে শিক্ষাদান সম্ভব নয়। বিজ্ঞানের যেসব বিষয়ে পরীক্ষা চলে না, এই পদ্ধতিতে পাঠ দিতে গেলে সে বিষয়গুলি অবহেলিত হয়; যদিও জ্ঞান-আহরণের দিক থেকে বিষয়গুলি অপ্রয়োজনীয় নয়।

(৪) এই পদ্ধতি পরিচালনার জন্ত প্রয়োজন পরিশ্রমী এবং প্রতিভাবান শিক্ষক এবং স্বল্পসংখ্যক মেধাবী ছাত্র। তারতর্ষে এই দুটি ক্ষেত্রেই অনেক অসুবিধা আছে।

(৫) এই পদ্ধতিতে শিক্ষার অগ্রগতি মন্থর এবং সীমিত। আমাদের বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান পড়াবার সময় কম, কিন্তু তাত্ত্বিক পাঠের বোঝা অনেক বেশী। শিক্ষাব্যবস্থা বহিঃপরীক্ষানির্ভর। তাহ'লে আবিষ্কার-পদ্ধতি চলবে কিভাবে?

(৬) এই পদ্ধতি ব্যয়বহুল। সেজন্য ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার এই পদ্ধতি ব্যবহার করতে অনেক অসুবিধা রয়েছে।

## ৥ আবিষ্কার-পদ্ধতির সমালোচনা এবং প্রয়োগের ক্ষেত্র ॥

অর্ধস্বাভাবিক-নির্দেশিত উপায়ে বিজ্ঞান-শিক্ষায় আবিষ্কার-পদ্ধতি যথাযথ অনুসরণ করলে শেষ পর্যন্ত কোন সফল পাওয়া যাবে না। প্রায় চার হাজার বছর ধরে মানুষ বিজ্ঞানের বিশাল ভাণ্ডার গড়ে তুলেছে। সেই বিরাট জ্ঞান-ভাণ্ডারের প্রত্যেকটি অভিজ্ঞতা ব্যক্তিগত পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে পুনরায় আবিষ্কার ক'রে শিক্ষালাভ করা কোন শিক্ষার্থীর সীমিত জীবনকালে সম্ভব নয়। হারবার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের বৈজ্ঞানিক ইতিহাসের অধ্যাপক I. Bernard Cohen স্পষ্টই বলেন—*"...no student ever verifies all the statement he reads, or even most of them, especially those he finds in the text books or hand books. Life is too short."* বিজ্ঞানের জ্ঞান-আহরণের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থী প্রথমে অস্ত্রের আবিষ্কারগুলি জেনে নেবে এবং তার উপর ভিত্তি ক'রে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করবে নতুন জ্ঞান-আহরণের জন্ত অথবা নতুন আবিষ্কারের জন্ত।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে আবিষ্কার যদি সম্ভব না হয় তবুও আবিষ্কারের দৃষ্টি-ভঙ্গী সৃষ্টি করা সম্ভব। ডেমন্স্ট্রেশন টেবিল বা পরীক্ষাগার ঘেখানেই অসুস্থ হোক না কেন, বিজ্ঞান-শিক্ষার কোন পদ্ধতিকে যুগোত্তরী হতে হলে তার মধ্যে থাকবে আবিষ্কারের প্রেরণা। যে পদ্ধতিই অনুসরণ করা হোক না কেন, শিক্ষার্থীর মধ্যে জাগাতে হবে "অনুসন্ধানের আগ্রহ" এবং দেখতে হবে যে সমস্ত সমাধানে শিক্ষার্থীবৃন্দ ও শিক্ষক আত্মনিয়োগ করেছেন তার সঙ্গে যেন জীবনের যোগসূত্র থাকে, সেটা যেন পরীক্ষাগারের প্রাণহীন বিজ্ঞানচর্চায় পর্যবসিত না হয়। তাই সমস্ত রকম অসুবিধা সত্ত্বেও এই পদ্ধতি

বিজ্ঞান-শিক্ষায় এক নবযুগের সৃষ্টি করেছে। এই প্রসঙ্গে T. H. Huxley-র কথা স্মরণ করা যেতে পারে—“If the Almighty were in the one hand to offer me truth and, in the other, search after truth, I would humbly but firmly choose search after truth.” অর্থাৎ “সত্য এবং সত্যানুসন্ধান—এই দু'য়ের মধ্যে ভগবান একটি যদি আমাকে বেছে নিতে বলেন, আমি বিনয়ের সঙ্গে এবং দৃঢ়তার সঙ্গে সত্যানুসন্ধানকে বেছে নেব।”

### ॥ ভারতীয় মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে আবিষ্কার-পদ্ধতির সুযোগ ॥

আমাদের দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষায় আবিষ্কার-পদ্ধতি উপযুক্ত কি না, এ প্রশ্ন অনেক সময় উঠে থাকে। আবিষ্কার-পদ্ধতি বিজ্ঞান-শিক্ষায় একটি উন্নত পদ্ধতি হলেও আমাদের দেশে গ্রহণ করবার পক্ষে কিছু বাস্তব অসুবিধা দেখা দেয়। অসুবিধাগুলি এই—

(১) উপযুক্ত প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত পরিশ্রমী ও প্রতিভাবান শিক্ষকের অভাব—বিদ্যালয়ের বেতন-কাঠামো প্রতিভাবান বিজ্ঞান-শিক্ষককে আকর্ষণ করে না। যদিও বা কিছু সংখ্যক শিক্ষক আসেন, বিজ্ঞান-শিক্ষায় তাদের উপযুক্ত প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা নেই।

(২) অধিক ছাত্রসংখ্যা—মাধ্যমিক শিক্ষা সকলের কাছে উন্মুক্ত, কিন্তু আনুপাতিক হারে বিদ্যালয়ের সংখ্যা অনেক কম। সেজন্য দুটি সমস্যা দেখা যায়—

(ক) প্রতিটি শ্রেণীতে ছাত্রসংখ্যা অত্যধিক।

(খ) একই শ্রেণীতে বিভিন্ন মেধাসম্পন্ন ছাত্রের উপস্থিতি। বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষকের সংখ্যাও পর্যাপ্ত নয়।

(৩) বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ও সময়ের অভাব—অধিকাংশ বিদ্যালয়ে পরীক্ষাগার নেই। পরীক্ষাগার থাকলেও এই পদ্ধতি পরিচালনার জন্য যথেষ্ট যন্ত্রপাতি নেই। বিজ্ঞান পড়বার জন্য সময়-তালিকায় সময় বেশী দেওয়া হয় না।

(৪) বহিঃপরীক্ষানির্ভর অবৈজ্ঞানিক পাঠ্যক্রম—N. C. E. R. T. বা P. S. S. C. বিজ্ঞান-শিক্ষায় আবিষ্কারের উপর গুরুত্ব দিতে বলেছেন, বলেছেন কোঠারি কমিশনও। বাস্তবে সে গুরুত্ব দেওয়া হয়নি। পশ্চিম বাংলার ভৌত বিজ্ঞানে ব্যক্তিগত পরীক্ষার মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষায় গুরুত্ব দেওয়া হয়নি। পাঠ্যক্রম তাত্ত্বিক বিষয়ে পরিপূর্ণ। বিদ্যালয়ের অধিকাংশ প্রস্তুতি হ'ল বহিঃপরীক্ষায় উত্তীর্ণ হবার জন্য।

আমাদের দেশে কেন্দ্রীয় মধ্যশিক্ষা-পর্ষদ পরিচালিত মুণ্ডিমের ধনী এক পাশ্চাত্য ভাবধারায় অনুপ্রাণিত বিদ্যালয় এই পদ্ধতি-অনুসরণে মোটামুটি সমর্থ।

॥ দেশীয় বিদ্যালয়ে কি আবিষ্কার-পদ্ধতি মোটেই অনুসরণ করা হবে না ? ॥

প্রশ্ন স্বাভাবিক। আবিষ্কার-পদ্ধতি অনুসরণ না ক'রে বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় আবিষ্কারের ভাবধারা (Heuristic Approach) অনুসরণ করতে হবে। শিক্ষার্থীর প্রাত্যহিক জীবনের অভিজ্ঞতাকে কাজে লাগিয়ে যুক্তি ও বিচারশক্তির ক্ষুদ্রণ ঘটাবে



বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া যেতে পারে। “তাপ উষ্ণতর বস্তু থেকে শীতল বস্তুতে প্রবাহিত হয়”—কথাটি সরাসরি না বলে দিয়ে—শিক্ষার্থীর মা বাড়ীতে কিভাবে গরম দুধ ঠাণ্ডা করেন, গরম কড়াই ঠাণ্ডা করেন—সেই অভিজ্ঞতাগুলি শিক্ষার্থীর নিকট থেকে জেনে নেওয়া যেতে পারে। তারপর শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে তাকে বুঝিয়ে দিতে হবে তাপ-প্রবাহের নিয়মটি। আবিষ্কারের ভাবধারা বক্তৃতা-পদ্ধতি, প্রতিপাদক-পদ্ধতি এবং অন্যান্য পদ্ধতির ক্ষেত্রেও সাকল্যের সাথে প্রয়োগ করা যায়।

## ৷ আবিষ্কার-পদ্ধতি ও প্রতিপাদক পদ্ধতির তুলনা ॥

### [১] বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতা—

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী দর্শকের ভূমিকায় কোন ঘটনা ঘটবার বৈজ্ঞানিক নিয়মটি পরীক্ষার মাধ্যমে পর্যবেক্ষণ করে। ফলে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে শিক্ষার্থীর মধ্যে।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী ব্যক্তিগত পরীক্ষার মাধ্যমে সত্যকে অনুসন্ধান করে। এর ফলে শিক্ষার্থী বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন করে এবং নিয়মিত এবং নিয়মমাত্রিক কাজের মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর অধিকারী হয়।

### [২] আরোহ এবং অবরোহ প্রণালীতে পরীক্ষা—

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পরীক্ষার কাজ অধিকাংশ সময় অবরোহ-প্রণালীতে এবং কখনও কখনও আরোহ-প্রণালীতে করা হয়। এই পদ্ধতিতে কোন সত্যের প্রমাণ অথবা কোন সত্যের অনুসন্ধান উভয়ই করা হয়। আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শুধু সত্যের অনুসন্ধান করা হয়। এখানে আরোহ-প্রণালীতে কাজ করতে হয়।

### [৩] জ্ঞান-আহরণ ও জ্ঞান-আহরণের পদ্ধতি—

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে জ্ঞান-অর্জনের উপর অধিক গুরুত্ব স্থাপন করা হয়। আবিষ্কার-পদ্ধতিতে জ্ঞান-অর্জনের কৌশলের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়।

### [৪] পূর্বজ্ঞান ও ছাত্রমেধা—

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর খুব বেশী পূর্বজ্ঞান বা মানসিক দৃঢ়তার প্রয়োজন হয় না। অনগ্রসর শিক্ষার্থীর এই পদ্ধতিতে উপকৃত হতে পারে।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর যথেষ্ট পূর্বজ্ঞান ও মানসিক দৃঢ়তার প্রয়োজন। স্তরবৎ বয়স্ক মেধাবী ছাত্ররাই এই পদ্ধতিতে উপকৃত হতে পারে।

### [৫] ব্যক্তিগত ও দলগত শিক্ষা—

প্রতিপাদক-পদ্ধতি শ্রেণীশিক্ষা-পদ্ধতির (Group Teaching) পর্যায়ভুক্ত। শ্রেণীতে ছাত্র একটু বেশী থাকলে ক্ষতি নেই।

আবিষ্কার-পদ্ধতি ব্যক্তিশিক্ষার (Individual Teaching) পর্যায়ভুক্ত। প্রত্যেকটি

শিক্ষার্থীকে পৃথক পৃথক শিক্ষা দিতে হয়। সেজন্য শ্রেণীতে ছাত্র বেশী থাকলে পদ্ধতি-পরিচালনায় অনেক অসুবিধা।

#### [৬] সময়, অর্থ, শিক্ষকের পরিশ্রম, যন্ত্রপাতি ও বহিঃপরীক্ষা—

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে সময়, অর্থ, শিক্ষকের পরিশ্রম ও প্রতিভা, অধিক যন্ত্রপাতির প্রয়োজন খুবই কম। এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিখে বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি নিতে অসুবিধা নেই।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে এসব সুবিধা কিছুই নেই।

#### [৭] পাঠ্যক্রম—

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পাঠ্যক্রম অল্পসরণ ক'রে শিক্ষা দেওয়া সম্ভব, কিন্তু আবিষ্কার-পদ্ধতিতে কোন নির্দিষ্ট পাঠ্যক্রম অল্পসরণ করা খুবই অসুবিধাজনক।

### ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতি ও বহুতা-পদ্ধতির তুলনা ॥

#### [১] বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতা—

বহুতা-পদ্ধতিতে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে বিষয়বস্তু উপস্থাপনা করা হয় না। বরং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতা-বৃদ্ধির সুযোগ নেই।

আবিষ্কার পদ্ধতিতে ব্যক্তিগত পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয় আয়ত্ত করতে হয় বলে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতার বিকাশ ঘটে।

#### [২] জ্ঞান গ্রহণ এবং অর্জন—

বহুতা-পদ্ধতিতে পূর্বপুরুষদের অর্জিত জ্ঞান শিক্ষার্থীরা শিক্ষকের মুখ থেকে গ্রহণ করে মাত্র। বহুতা-পদ্ধতি একটি মৌখিক শিক্ষা-পদ্ধতি।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে পূর্বপুরুষদের জ্ঞান শিক্ষার্থী নিজের প্রচেষ্টায় অর্জন করে। এখানে শিক্ষার্থী জ্ঞানের দিক থেকে পূর্বপুরুষদের কাছে ঋণী নয়। আবিষ্কার-পদ্ধতি সক্রিয়তামূলক পদ্ধতি।

#### [৩] ব্যক্তিগত ও যৌথ শিক্ষা—

বহুতা-পদ্ধতি একটি যৌথ শিক্ষা-পদ্ধতি ( Group Teaching )। শ্রেণীতে যে-কোন সংখ্যক শিক্ষার্থী পদ্ধতি-পরিচালনায় কোন বাধার সৃষ্টি করে না।

আবিষ্কার-পদ্ধতি একটি ব্যক্তি-শিক্ষা-পদ্ধতি। শ্রেণীতে বেশী ছাত্র থাকলে পদ্ধতি পরিচালনা অসুবিধা হ'য়ে পড়ে।

#### [৪] শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যোগ্যতা—

বহুতা-পদ্ধতিতে যোগ্য শিক্ষক অথবা শিক্ষার্থীর প্রয়োজন অপেক্ষাকৃত কম।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে সে প্রয়োজন খুবই বেশী। আবিষ্কার-পদ্ধতি পরিচালনায় শিক্ষকের উৎপত্ত প্রশিক্ষণ প্রয়োজন।

## [৫] পাঠক্রম, বহিঃপরীক্ষা ও সময়—

বক্তৃতা-পদ্ধতিতে বিশাল পাঠক্রম অল্প সময়ে শিখিয়ে দেওয়া সম্ভব। বহিঃপরীক্ষার প্রয়োজন অল্পসারে অধিকাংশ ব্যবস্থাই বক্তৃতা-পদ্ধতিতে করা সম্ভব।

আবিষ্কার পদ্ধতিতে কোন নির্দিষ্ট পাঠক্রম অল্পসরণ করা সম্ভব নয়। বিজ্ঞানের যেসব বিষয়ে কোন পরীক্ষার (Experiment) ব্যবস্থা নেই, সেখানেও আবিষ্কার-পদ্ধতি ব্যবহার করা সম্ভব নয়। পদ্ধতি-পরিচালনায় সময়ের প্রয়োজন অনেক বেশী। বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি এই পদ্ধতিতে নেওয়া সম্ভব নয়।

## [৬] বিজ্ঞানময় আর্থিক সংগতি ও যন্ত্রপাতি—

বক্তৃতা-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় পাঠ্যপুস্তক, শিক্ষক ও শিক্ষার্থীই যথেষ্ট। সময় সময় বোর্ড এবং চকের প্রয়োজন হয়।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে আয়োজন লাগে প্রচুর। অধিকাংশ বিজ্ঞানময় পক্ষে সে আয়োজন সম্ভব নয়।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতি বনাম কার্যসমগ্রতা-পদ্ধতি, সমগ্রতা-সমাধান-পদ্ধতি পরীক্ষাগার ও নির্দেশনামূলক পদ্ধতি।

উপরের পদ্ধতিগুলির প্রত্যেকটিই সক্রিয়তামূলক পদ্ধতি। প্রত্যেকটিই ব্যক্তি-শিক্ষা-পদ্ধতির পর্যায়ভুক্ত। দৈহিক এবং মানসিক সক্রিয়তা, সক্রিয়তার মাত্রা, উদ্বেগ এবং কর্মক্ষেত্রের ভিত্তিতেই পদ্ধতিগুলিকে পরস্পর থেকে পৃথক করা যেতে পারে।

**আবিষ্কার-পদ্ধতি—**পুঙ্খবৈজ্ঞানিক জ্ঞানকে ব্যক্তিগত সক্রিয়তার মাধ্যমে আরোহ-প্রণালীতে ছেনে নেওয়া হয়। এখানে মানসিক সক্রিয়তার প্রয়োজন বেশী। কর্মক্ষেত্র বিজ্ঞানময় কৃত্রিম পরিবেশ অর্থাৎ পরীক্ষাগারের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে। শিক্ষার্থী শিক্ষকের কাছ থেকে সাহায্য পায় খুবই কম।

**পরীক্ষাগার-পদ্ধতি—**সববিধেই আবিষ্কার-পদ্ধতির মত। পার্থক্য বিশেষ ক'রে একটি ক্ষেত্রে—এখানে অবরোহ-প্রণালীতে জ্ঞান অর্জন করা হয় অর্থাৎ সত্যকে আবিষ্কার না ক'রে সত্যকে যাচাই করা হয় মাত্র এবং পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে একটু বেশী সাহায্য করেন।

**নির্দেশনামূলক পদ্ধতি—**পরীক্ষাগার পদ্ধতির অল্পরূপ তবে শিক্ষকের ভূমিকা আর একটু বেশী। জটিল এবং কঠিন পরীক্ষাগুলি শিক্ষক নিজে ডেমন্স্ট্রেশনের সাহায্যে শিক্ষকে দেখিয়ে দেন। নির্দেশনামূলক পদ্ধতিতে পরীক্ষাগারের পরীক্ষার সঙ্গে সঙ্গে বাড়ীতে তাত্ত্বিক পাঠে শিক্ষার্থীকে উৎসাহ দেওয়া হয়।

**কার্য-সমগ্রতামূলক পদ্ধতি—**বাইরের পরিবেশে অথবা সামাজিক পরিবেশে বৈজ্ঞানিক জ্ঞান-আহরণের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। এই পদ্ধতিতে চিন্তামূলক সক্রিয়তার থেকে দৈহিক সক্রিয়তা ও সংগঠনমূলক ক্ষমতার উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়।

[৬] সময়, অর্থ, শিক্ষকের পারিশ্রম, বহুপাঠ ও বাই-পারিশ্রম—

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে সময়, অর্থ, শিক্ষকের পরিশ্রম ও প্রতিভা, অধিক স্বল্পপাঠের প্রয়োজন খুবই কম। এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিখে বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি নিতে অসুবিধা নেই।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে এসব সুবিধা কিছুই নেই।

### [৭] পাঠক্রম—

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পাঠক্রম অনুসরণ করে শিক্ষা দেওয়া সম্ভব, কিন্তু আবিষ্কার-পদ্ধতিতে কোন নির্দিষ্ট পাঠক্রম অনুসরণ করা খুবই অসুবিধাজনক।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতি ও বহুতা-পদ্ধতির তুলনা ॥

### [১] বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতা—

বহুতা-পদ্ধতিতে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে বিয়য়বস্তু উপস্থাপনা করা হয় না। কলে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতা-বৃদ্ধির সুযোগ নেই।

আবিষ্কার পদ্ধতিতে ব্যক্তিগত পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয় আয়ত্ত করতে হয় বলে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও দক্ষতার বিকাশ ঘটে।

### [২] জ্ঞান গ্রহণ এবং অর্জন—

বহুতা-পদ্ধতিতে পূর্বপুরুষদের অর্জিত জ্ঞান শিক্ষার্থীরা শিক্ষকের মুখ থেকে গ্রহণ করে মাত্র। বহুতা-পদ্ধতি একটি মৌখিক শিক্ষা-পদ্ধতি।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে পূর্বপুরুষদের জ্ঞান শিক্ষার্থী নিজের প্রচেষ্টায় অর্জন করে। এখানে শিক্ষার্থী জ্ঞানের দিক থেকে পূর্বপুরুষদের কাছে ঋণী নয়। আবিষ্কার-পদ্ধতি সক্রিয়তামূলক পদ্ধতি।

### [৩] ব্যক্তিগত ও যৌথ শিক্ষা—

বহুতা-পদ্ধতি একটি যৌথ শিক্ষা-পদ্ধতি ( Group Teaching )। শ্রেণীতে যে-কোন সংখ্যক শিক্ষার্থী পদ্ধতি-পরিচালনায় কোন বাধার সৃষ্টি করে না।

আবিষ্কার-পদ্ধতি একটি ব্যক্তিগত শিক্ষা-পদ্ধতি। শ্রেণীতে বেশী ছাত্র থাকলে পদ্ধতি পরিচালনা অসুবিধা হ'য়ে পড়ে।

### [৪] শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যোগ্যতা—

বহুতা-পদ্ধতিতে যোগ্য শিক্ষক অথবা শিক্ষার্থীর প্রয়োজন অপেক্ষাকৃত কম।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে সে প্রয়োজন খুবই বেশী। আবিষ্কার-পদ্ধতি পরিচালনার শিক্ষকের উৎকৃষ্ট প্রশিক্ষণ প্রয়োজন।



আবিষ্কার-পদ্ধতিতে কোন নিদিষ্ট পদ্ধতি বা ব্যবস্থা নেই, সেখানেও আবিষ্কার-পদ্ধতি ব্যবহার করা সম্ভব নয়। পদ্ধতি-পরিচালনায় সময়ের প্রয়োজন অনেক বেশী। বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি এই পদ্ধতিতে নেওয়া সম্ভব নয়।

## [৬] বিদ্যালয়ের আর্থিক সংগতি ও মন্ত্রপাতি—

বক্তৃতা-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় পাঠ্যপুস্তক, শিক্ষক ও শিক্ষার্থীই যথেষ্ট। সময় সময় বোর্ড এবং চকের প্রয়োজন হয়।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে আয়োজন লাগে প্রচুর। অধিকাংশ বিদ্যালয়ের পক্ষে সে আয়োজন সম্ভব নয়।

## ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতি বনাম কার্যসমস্তা-পদ্ধতি, সমস্তা-সমাধান-পদ্ধতি পরীক্ষাগার ও নির্দেশনামূলক পদ্ধতি।

উপরের পদ্ধতিগুলির প্রত্যেকটিই সক্রিয়তামূলক পদ্ধতি। প্রত্যেকটিই ব্যক্তি-শিক্ষা-পদ্ধতির পর্যায়ভুক্ত। দৈহিক এবং মানসিক সক্রিয়তা, সক্রিয়তার মাত্রা, উদ্বেগ এবং কর্মক্ষেত্রের ভিত্তিতেই পদ্ধতিগুলিকে পরস্পর থেকে পৃথক করা যেতে পারে।

**আবিষ্কার-পদ্ধতি**—পুঙ্খবোদ্ধ জ্ঞানকে ব্যক্তিগত সক্রিয়তার মাধ্যমে আরোহ-প্রণালীতে জেনে নেওয়া হয়। এখানে মানসিক সক্রিয়তার প্রয়োজন বেশী। কর্মক্ষেত্র বিদ্যালয়ের কৃত্রিম পরিবেশ অর্থাৎ পরীক্ষাগারের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে। শিক্ষার্থী শিক্ষকের কাছ থেকে সাহায্য পায় খুবই কম।

**পরীক্ষাগার-পদ্ধতি**—সবদিকুই আবিষ্কার-পদ্ধতির মত। পার্থক্য বিশেষ ক'রে একটি ক্ষেত্রে—এখানে অবরোহ-প্রণালীতে জ্ঞান অর্জন করা হয় অর্থাৎ সত্যকে আবিষ্কার না ক'রে সত্যকে যাচাই করা হয় মাত্র এবং পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে একটু বেশী সাহায্য করেন।

**নির্দেশনামূলক পদ্ধতি**—পরীক্ষাগার পদ্ধতির অল্পরূপ তবে শিক্ষকের ভূমিকা আর একটু বেশী। জটিল এবং কঠিন পরীক্ষাগুলি শিক্ষক নিজে ডেমনস্ট্রেশনের সাহায্যে শিক্ষকে দেখিয়ে দেন। নির্দেশনামূলক পদ্ধতিতে পরীক্ষাগারের পরীক্ষার সঙ্গে সঙ্গে বাড়ীতে তাত্ত্বিক পাঠ শিক্ষার্থীকে উৎসাহ দেওয়া হয়।

**কার্য-সমস্তামূলক পদ্ধতি**—বাইরের পরিবেশে অথবা সামাজিক পরিবেশে বৈজ্ঞানিক জ্ঞান-আহরণের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। এই পদ্ধতিতে চিন্তামূলক সক্রিয়তার থেকে দৈহিক সক্রিয়তা ও সংগঠনমূলক ক্ষমতার উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়।

এই পদ্ধতিতে তথ্যমূলক জ্ঞান (theoretical knowledge) থেকে তথ্যমূলক জ্ঞান (factual knowledge) অর্জনে অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। স্বভাবতই সে জ্ঞানগুলি শিক্ষার্থী বিচ্ছিন্নভাবে অর্জন ক'রে থাকে।

**সমস্তা-সমাধানমূলক পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিতে পূর্বাধিকৃত জ্ঞান, সামাজিক এবং জীবনকেন্দ্রিক অভিজ্ঞতা উত্তরের উপরেই গুরুত্ব দেওয়া হয়। তবে দৈহিক সক্রিয়তা থেকে মানসিক ও চিন্তামূলক সক্রিয়তার উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী পাঠ্যপুস্তক, সামাজিক পরিবেশ এবং দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার মাধ্যমে তথ্যগত জ্ঞান আহরণ করবে। কিন্তু তথ্যমূলক জ্ঞান থেকে তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করতে হবে বিদ্যালয়ের পরীক্ষাগারের মাধ্যমে এবং আরোহ ও অবরোহ প্রণালীতে। অর্জিত জ্ঞানকে বাস্তব জীবনে এবং পরবর্তী পড়াশুনার ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে হবে।

### ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতির উদাহরণ ॥

#### উদাহরণ ১।

পাঠ—“তরলের উষ্ণতার সঙ্গে বাষ্পায়ন এবং ফুটনের সম্পর্ক”

শ্রেণী—নবম

ছাত্রসংখ্যা—২০

#### শিক্ষার উদ্দেশ্য—শিক্ষার্থী

- (ক) তাপ-বিজ্ঞানের পরীক্ষার দক্ষতা অর্জন করবে;
- (খ) পদার্থের অবস্থান্তরের সঙ্গে তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় করবে;
- (গ) ফুটনাথকের সাহায্যে বিভিন্ন তরলকে সনাক্ত করতে পারবে।

**শিক্ষার্থীর প্রাথমিক জ্ঞান**—তাপমাত্রা-যন্ত্রের পাঠ-গ্রহণের পদ্ধতি, বাষ্পায়ন ও ফুটনের প্রাত্যহিক অভিজ্ঞতা, তাপ ও তাপমাত্রা সম্পর্কিত ধারণা, কঠিনীভবন ও তরলীভবনের ধারণা।

#### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি—প্রত্যেক শিক্ষার্থীর জন্য

- (ক) একটি সেন্টিগ্রেড থার্মমিটার ( $0^{\circ}$ — $100^{\circ}\text{C}$ );
- (খ) জল, কোহল ক্লোরফর্ম;
- (গ) তারজালি, ত্রিপায়া স্ট্যান্ড ও বার্নার;
- (ঘ) স্টপ ওয়াচ;
- (ঙ) কাগজ, কলম ইত্যাদি।

#### আয়োজন—

- (ক) ভিজা কাপড় রোজে রাখলে তাড়াতাড়ি শুকিয়ে যায় কেন?

[ শিক্ষক প্রয়োজনে আয়োজন— (খ) জলে তাপ দিলে জলের উপরি তলে কি লক্ষ্য করা স্তর বাদ দিতে পারেন। ]

পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য এই সব প্রশ্নগুলি জিজ্ঞাসা ক'রে শিক্ষক সমস্তামূলক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন :

“বাস্প য়ন ও স্ফুটনের তাপমাত্রার সম্পর্ক কিরূপ ?” [ সমস্যা ]

**নির্দেশপত্র**—শিক্ষক প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে একটি ক’রে নির্দেশপত্র দেবেন। তাতে লিপিবদ্ধ থাকবে—

- (ক) কি পর্যবেক্ষণ করতে হবে ;
- (খ) কত সময় অন্তর পাঠ নিতে হবে ;
- (গ) উষ্ণতার পাঠ থেকে কিভাবে সিদ্ধান্ত করতে হবে ;
- (ঘ) যন্ত্রপাতিগুলো কিভাবে সাচ্ছাতে হবে। ইত্যাদি।

**শিক্ষার্থীর কাজ**—শিক্ষার্থী নির্দেশপত্র অনুসারে বিকারে প্রথম বারে জল নেবে এবং ত্রিপায়া স্ট্যাণ্ডের উপর তারজালি রেখে তার উপর জলসহ বিকার বসাবে এবং থার্মিটার এমনভাবে ঝোলাবে, যাতে কুণ্ডলি সর্বদাই জলের ভিতর থাকে। খাতায় প্রয়োজনীয় ছক কেটে নেবে। শিক্ষার্থী বার্নারের সাহায্যে বিকারের জলে তাপ দেবার ব্যবস্থা করবে।

নির্দিষ্ট সময় অন্তর শিক্ষার্থী থার্মিটারের পাঠ নেবে এবং লিপিবদ্ধ করবে। যখন পারদস্তম্ভ এক জায়গায় এসে একেবারে স্থির হয়ে যাবে, তখন শিক্ষার্থী বিশ্রিত হতে পারে। তার কোন ভুল হচ্ছে কি না শিক্ষার্থী সহপাঠী এবং শিক্ষকের সঙ্গে আলোচনার মাধ্যমে তা জেনে নেবে।

শিক্ষার্থী অল্পরূপ পরীক্ষা কোহল এবং ক্লোরোকর্ম নিয়ে করবে।

**সিদ্ধান্ত গ্রহণ**—স্ফুটন ও বাষ্পায়ন সম্পর্কে শিক্ষার্থীর আগেই ধারণা ছিল। এখন তাপমাত্রার সঙ্গে তাদের কি সম্পর্ক, সেটা অনায়াসে অনুধাবন করতে সমর্থ হবে তাপমাত্রার বিভিন্ন পাঠের সাহায্যে। বিভিন্ন তরলের ক্ষেত্রে একই নিয়ম দেখে শিক্ষার্থী সিদ্ধান্ত করবে—“কোন একটি তরলের ক্ষেত্রে বাষ্পায়ন যে কোন তাপমাত্রায় এবং স্ফুটন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে।” সিদ্ধান্তটি খাতায় লিখে শিক্ষার্থী শিক্ষককে দেখাবে।

**শিক্ষকের কাজ**—শিক্ষার্থীর সমস্ত কাজের উপর শিক্ষক নজর রাখবেন। বিশেষ প্রয়োজনে তাকে ন্যূনতম সাহায্য করবেন। সিদ্ধান্ত-গ্রহণেও সাহায্য করতে পারেন।

[ এখানে শিক্ষার্থী প্রধানতঃ নিজস্ব প্রচেষ্টায়, আবিষ্কারকের দৃষ্টিভঙ্গিতে পরীক্ষা সম্পাদন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। শিক্ষকের ভূমিকা এখানে গৌণ। সুতরাং এই পদ্ধতি হ’ল আবিষ্কার পদ্ধতির উদাহরণ। ]

উদাহরণ ২।

পাঠ : “ভাসমান বস্তুর ওজন এবং অপসারিত তরলের ওজনের সম্পর্ক”

শ্রেণী : সপ্তম

ছাত্রসংখ্যা : ১৫

উদ্দেশ্য : শিক্ষার্থী

(ক) তুলাযন্ত্রের সাহায্যে বস্তুর ওজন ( বা ভার ) মাপতে শিখবে ;

ভৌঃ বিঃ শিঃ—১ ( Jo )

এই পদ্ধতিতে তথ্যমূলক জ্ঞান (theoretical knowledge) থেকে তথ্যমূলক জ্ঞান (factual knowledge) অর্জনে অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। স্বতাবতঃই সে জ্ঞানগুলি শিক্ষার্থী বিচ্ছিন্নভাবে অর্জন ক'রে থাকে।

**সমস্তা-সমাধানমূলক পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিতে পুঁথিগত জ্ঞান, সামাজিক এবং জীবনকেন্দ্রিক অভিজ্ঞতা উভয়ের উপরেই গুরুত্ব দেওয়া হয়। তবে দৈহিক সক্রিয়তা থেকে মানসিক ও চিন্তামূলক সক্রিয়তার উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী পাঠ্যপুস্তক, সামাজিক পরিবেশ এবং নৈনন্দিন অভিজ্ঞতার মাধ্যমে তথ্যগত জ্ঞান আহরণ করবে। কিন্তু তথ্যমূলক জ্ঞান থেকে তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করতে হবে বিদ্যালয়ের পরীক্ষাগারের মাধ্যমে এবং আরোহ ও অবরোহ প্রণালীতে। অর্জিত জ্ঞানকে বাস্তব জীবনে এবং পরবর্তী পড়াশুনার ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে হবে।

### ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতির উদাহরণ ॥

#### উদাহরণ ১।

পাঠ—“তরলের উষ্ণতার সঙ্গে বাষ্পায়ন এবং ফুটনের সম্পর্ক”

শ্রেণী—নবম

ছাত্রসংখ্যা—২০

#### শিক্ষার উদ্দেশ্য—শিক্ষার্থী

- (ক) তাপ-বিজ্ঞানের পরীক্ষায় দক্ষতা অর্জন করবে;
- (খ) পদার্থের অবস্থান্তরের সঙ্গে তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় করবে;
- (গ) ফুটনাথকের সাহায্যে বিভিন্ন তরলকে সনাক্ত করতে পারবে।

**শিক্ষার্থীর প্রাথমিক জ্ঞান**—তাপমাত্রা-যন্ত্রের পাঠ-গ্রহণের পদ্ধতি, বাষ্পায়ন ও ফুটনের প্রাত্যহিক অভিজ্ঞতা, তাপ ও তাপমাত্রা সম্পর্কিত ধারণা, কঠিনীভবন ও তরলীভবনের ধারণা।

#### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি—প্রত্যেক শিক্ষার্থীর জন্য

- (ক) একটি সেক্টিগ্রেড থার্মমিটার ( $0^{\circ}$ — $100^{\circ}\text{C}$ );
- (খ) জল, কোহল ক্লোরফর্ম;
- (গ) তারজালি, জিপায় স্ট্যাণ্ড ও বার্নার;
- (ঘ) স্টপ ওয়াচ;
- (ঙ) কাগজ, কলম ইত্যাদি।

#### আয়োজন—

- (ক) ভিজা কাপড় রোজে রাখলে তাড়াতাড়ি শুকিয়ে যায় কেন?

[ শিক্ষক প্রয়োজনে আয়োজন— (খ) জলে তাপ দিলে জলের উপরি তলে কি লক্ষ্য করা স্তর বাহু দিতে পারেন। ]

পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য এই সব প্রশ্নগুলি জিজ্ঞাসা ক'রে শিক্ষক সমস্তামূলক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন :



“বাপ্প য়ন ও ফুটনের তাপমাত্রার সম্পর্ক কিরূপ?” [ সমস্যা ]

**নির্দেশপত্র**—শিক্ষক প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে একটি করে নির্দেশপত্র দেবেন। তাতে লিপিবদ্ধ থাকবে—

- (ক) কি পর্যবেক্ষণ করতে হবে ;
- (খ) কত সময় অন্তর পাঠ নিতে হবে ;
- (গ) উষ্ণতার পাঠ থেকে কিভাবে সিদ্ধান্ত করতে হবে ;
- (ঘ) যন্ত্রপাতিগুলো কিভাবে সাজাতে হবে। ইত্যাদি।

**শিক্ষার্থীর কাজ**—শিক্ষার্থী নির্দেশপত্র অনুসারে বিকারে প্রথম বারে জল নেবে এবং ত্রিপায়া স্ট্যান্ডের উপর তারজালি রেখে তার উপর জলসহ বিকার বসাবে এবং থার্মিটার এমনভাবে বোলাবে, যাতে কুণ্ডলি সর্বদাই জলের ভিতর থাকে। খাতায় প্রয়োজনীয় ছক কেটে নেবে। শিক্ষার্থী বার্নারের সাহায্যে বিকারের জলে তাপ দেবার ব্যবস্থা করবে।

নির্দিষ্ট সময় অন্তর শিক্ষার্থী থার্মিটারের পাঠ নেবে এবং লিপিবদ্ধ করবে। যখন পারদস্তম্ভ এক জায়গায় এসে একেবারে স্থির হয়ে যাবে, তখন শিক্ষার্থী বিস্মিত হতে পারে। তার কোন ভুল হচ্ছে কি না শিক্ষার্থী সহপাঠী এবং শিক্ষকের সঙ্গে আলোচনার মাধ্যমে তা জেনে নেবে।

শিক্ষার্থী অম্লরূপ পরীক্ষা কোহল এবং ক্লোরোকর্ম নিয়ে করবে।

**সিদ্ধান্ত গ্রহণ**—ফুটন ও বাষ্পায়ন সম্পর্কে শিক্ষার্থীর আগেই ধারণা ছিল। এখন তাপমাত্রার সঙ্গে তাদের কি সম্পর্ক, সেটা অনায়াসে অনুধাবন করতে সমর্থ হবে তাপমাত্রার বিভিন্ন পাঠের সাহায্যে। বিভিন্ন তরলের ক্ষেত্রে একই নিয়ম দেখে শিক্ষার্থী সিদ্ধান্ত করবে—“কোন একটি তরলের ক্ষেত্রে বাষ্পায়ন যে কোন তাপমাত্রায় এবং ফুটন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে।” সিদ্ধান্তটি খাতায় লিখে শিক্ষার্থী শিক্ষককে দেখাবে।

**শিক্ষকের কাজ**—শিক্ষার্থীর সমস্ত কাজের উপর শিক্ষক নজর রাখবেন। বিশেষ প্রয়োজনে তাকে ন্যূনতম সাহায্য করবেন। সিদ্ধান্ত-গ্রহণেও সাহায্য করতে পারেন।

[ এখানে শিক্ষার্থী প্রধানতঃ নিজস্ব প্রচেষ্টায়, আবিষ্কারকের দৃষ্টিভঙ্গিতে পরীক্ষা সম্পাদন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। শিক্ষকের ভূমিকা এখানে গৌণ। স্মরণ্যঃ এই পদ্ধতি হ'ল আবিষ্কার পদ্ধতির উদাহরণ। ]

উদাহরণ ২।

পাঠ :	“ভাসমান বস্তুর ওজন এবং অপসারিত তরলের ওজনের সম্পর্ক”
শ্রেণী :	সপ্তম
ছাত্রসংখ্যা :	১৫

উদ্দেশ্য : শিক্ষার্থী

(ক) তুলাযন্ত্রের সাহায্যে বস্তুর ওজন ( বা ভার ) যাপতে শিখবে ;

ভৌঃ বিঃ শিঃ—১ ( Jo )

- (খ) তরলের আয়তন মাপে তরলের ওজন ( বা ভার ) নির্ণয় করতে শিখবে ;  
 (গ) পরিমাপের দক্ষতা অর্জন করবে ;  
 (ঘ) ভাসমানের সূত্রটি আবিষ্কার করবে ।

**শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান :** আয়তন ও ওজন সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা, আয়তন ও ওজনের একক, মাপনী চোঙের ব্যবহার, ভাসমান বস্তু, প্রবতা-সম্পর্কিত ধারণা ইত্যাদি ।

**প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :** (ক) প্রত্যেক শিক্ষার্থীর জন্য একটি পরীক্ষা-নল (test tube), কিছু বালি, কর্ক ও সূতা, (খ) গোটাপাঁচেক তুলাযন্ত্র ( স্বহস্তনির্মিত তুলা ব্যবহার করা যেতে পারে ), (গ) বাটখারা (1, 2, 2, 5, 10, 20 gm), (ঘ) গোটাদশেক আয়তন মাপক চোঙ (100 c.c.)—প্রথম পাঁচটির প্রত্যেকটিকে অর্ধেক জল দ্বারা পূর্ণ করা হবে, বাকী পাঁচটির প্রত্যেকটিকে অর্ধেক কেরোসিন তেল দ্বারা পূর্ণ করতে হবে ।

**আয়োজন :** পূর্বজ্ঞান পরীক্ষার জন্য প্রথমে কিছু প্রশ্ন করা হবে এবং [ শিক্ষক-প্রয়োজনে আয়োজন শেষে সমস্তা-মূলক প্রশ্নটি উত্থাপন করা হবে।  
 তর বাদ দিতে পারেন। ] “ভাসমান বস্তুর ওজনের সঙ্গে অপসারিত তরলের সম্পর্ক কি ?”—[ সমস্তা ]

**নির্দেশ পত্র :** প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে একটি নির্দেশ পত্র দেওয়া হবে । নির্দেশ-পত্রে লেখা থাকবে—(ক) কিভাবে পরীক্ষা-নল ও বালির সাহায্যে প্রব (Float বা ভাসমান বস্তু ) তৈয়ারি করতে হবে । [ পরীক্ষা-নলে এমন পরিমাণ বালি ভরতে হবে যাতে বালিসহ পরীক্ষা-নল খাড়াভাবে স্থির হয়ে ভাসতে পারে । বালি ভরা হ'লে পরীক্ষা-নলের মুখ কর্ক দিয়ে বন্ধ করে দিতে হবে যাতে বালি না পড়ে যায় । পরীক্ষা-নলের মুখের সঙ্গে একটা সরু শক্ত সূতা আটকে দিতে হবে যাতে সূতা ধরে পরীক্ষা-নলকে পরিমাপক চোঙের মধ্যে ডোবানো যায় এবং তুলে নিয়ে আসা যায় । (খ) প্রবের ওজন কিভাবে মাপে নিতে হবে । (গ) ভাসনের সময় অপসারিত তরলের আয়তন এবং ওজন কিভাবে মাপনী চোঙের সাহায্যে মাপা যাবে ; (ঘ) কোন্ ধরনের ছক বা Table ব্যবহার করা হবে [ ছক দিয়ে দিতে হবে। ] \*

**শিক্ষার্থীর কাজ :** শিক্ষার্থী পরীক্ষা-নলে বালি ভরে জলে এবং কেরোসিন তেলে পর পর ভাসিয়ে দেখবে খাড়া হয়ে ভাসছে কি না । তারপর বালিসহ পরীক্ষা-নলের মুখ কর্ক দিয়ে এঁটে তুলাযন্ত্রে ওজন করবে । প্রত্যেক শিক্ষার্থী একে একে তাদের নিজ নিজ প্রবকে প্রথমে জলে ভাসাবে এবং তারপর পরীক্ষা-নলকে মুছে নিয়ে কেরোসিন তেলে ভাসাবে । নির্দেশিত উপায়ে জল এবং কেরোসিন স্তরের পাঠগুলি নেবে এবং ছক পূরণ করবে । যেখানে প্রয়োজন, শিক্ষক এবং সহপাঠীদের সাহায্য নেবে ।

॥ সিদ্ধান্ত ॥ জল এবং কেরোসিন উভয়েই তরল পদার্থ । সূত্রাং জল এবং



কেরোসিনের ক্ষেত্রে যে সিদ্ধান্ত নেওয়া যাবে অন্যান্য অস্থায়ী (Non Volatile) তরলের ক্ষেত্রেও সেই একই সিদ্ধান্ত চলতে পারে। হুতরাং জল ও কেরোসিন তেলের সাহায্যে পরীক্ষা করে ব্যাপক সিদ্ধান্ত নেওয়া যেতে পারে যে, “—” [ সিদ্ধান্তটি শিক্ষার্থী লিখবে। ]

সিদ্ধান্তটি লিখে শিক্ষার্থী শিক্ষককে দেবে।

**শিক্ষকের কাজ :** শিক্ষার্থীদের কাজের প্রতি নজর রাখা এবং প্রয়োজনে কিছু সাহায্য করা।

### উদাহরণ ৩।

**আবিষ্কার ও প্রতিপাদক পদ্ধতির যৌথপ্রয়োগ।** [ বিজ্ঞান-শিক্ষার্থী আবিষ্কার ও প্রতিপাদক পদ্ধতির যৌথ প্রয়োগ করে অনেক ভাল ফল পাওয়া যেতে পারে। হুতি পদ্ধতির সংমিশ্রণের ফলে প্রতিপাদক-পদ্ধতির শিক্ষক এবং আবিষ্কার-পদ্ধতির শিক্ষার্থী একই সঙ্গে শিক্ষার অংশ-গ্রহণ করবে। পরীক্ষার কাজ অধিকাংশই আয়োজ-প্রণালীতে করতে হবে। ]

পাঠ—

“আলোর গতিপথ”

শ্রেণী—

মধ্যম

ছাত্র-সংখ্যা—

৪০

অংশগ্রহণে—

ছাত্র ও শিক্ষক

### উদ্দেশ্য : শিক্ষার্থী

(ক) তার জ্যামিতিক জ্ঞানের সঙ্গে আলোক-বিজ্ঞানের জ্ঞানের যোগাযোগ স্থাপন করবে।

(খ) আলোক-বিজ্ঞানে পরীক্ষা করার প্রাথমিক কৌশলগুলি আয়ত্ত করবে।

(গ) আলোক-বিজ্ঞানের জ্ঞানকে দৈনন্দিন সমস্যা-সমাধানের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করবে।

(ঘ) আলোক-বিজ্ঞানের জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য অনুধাবন করে আনন্দ লাভ করবে।

**পূর্বজ্ঞান :** আলোর উৎস, স্বচ্ছ মাধ্যম, বস্তুর গতি ও স্থিতি, সরলরেখা, বক্ররেখা ইত্যাদির ধারণা, অঙ্ককার, ছায়া সম্পর্কে দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা।

**প্রয়োজনীয় উপকরণ :** (ক) মাঝামাঝি জায়গায় স্থিতি-ছিদ্রযুক্ত তিনটি পাটাতন লাগানো কার্ডবোর্ড বা পোস্টকার্ড, (খ) একটি মোমবাতি বা টর্চ লাইট, (গ) কাচের একটি আয়ত ঘন (slab), (ঘ) জলপূর্ণ একটি সাদা বোতল, (ঙ) অঙ্ককার বা দাঁড় অঙ্ককার ঘর, (চ) সরু (thin) তার বা সূতা।

**আয়োজন :** পূর্বজ্ঞান যাচাই করার জন্য তিন-চারটি প্রশ্ন শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞাসা করার পর জিজ্ঞাসা করতে হবে—“আলো কোন্ ধরনের পথ বরাবর এক জায়গা থেকে আর এক জায়গায় যায়?” [ সমস্যা ]

**শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মিলিত কাজ :** যে কোন একটি কাজে সব ছাত্র হুত



একত্রে অংশগ্রহণ করতে পারবে না, কিন্তু শিক্ষককে লক্ষ্য রাখতে হবে বিভিন্ন কাজে যেন সমস্ত ছাত্র একে একে অংশগ্রহণের সুযোগ পায়। যাদের তিনি পাঠগ্রহণের জন্য আহ্বান করতে পারলেন না, তাদের অন্ততঃ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন। প্রত্যেকটি শিক্ষার্থী যেন উপলব্ধি করতে পারে, পরীক্ষায় তারও ভূমিকা আছে।

একটি ছাত্রকে ডেকে কার্ড বোর্ড তিনটির ছিদ্র একই সরলরেখায় সাজাতে বলা হবে। শিক্ষক প্রয়োজন হলে সরু তার বা সূতার সাহায্যে সরল রেখায় সাজাতে সাহায্য করবেন। প্রথম কার্ড বোর্ডের সামনে মোমবাতি জালিয়ে রেখে অন্য একটি ছাত্রকে ডেকে তাকে তৃতীয় কার্ড বোর্ডের পিছন থেকে ছিদ্রে চোখ রাখতে বলা হবে। শিক্ষার্থী তার পর্যবেক্ষণের অভিজ্ঞতা সবাইকে জানিয়ে দেবে। [“শিক্ষার্থী আলো দেখতে পেয়েছে”]।

যে কোন একটি বোর্ডকে সামান্য স্থানচ্যুত ক’রে আর-একজন ছাত্রকে অনুরূপ পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। শিক্ষার্থী তার অভিজ্ঞতা [“সে আলো দেখতে পেল না”] শ্রেণীর সবাইকে জানিয়ে দেবে। শিক্ষক প্রশ্ন করবেন শ্রেণীকে—“সে কেন আলো দেখতে পেল না?” [সমস্যা]

সমস্যা-সমাধান করবার জন্য অন্য একজন শিক্ষার্থীকে আলো দেখবার বন্ধোবন্ধ করতে বলতে হবে। শিক্ষার্থী চেঁচা ও ভুলের মাধ্যমে ছিদ্রগুলি ঠিকমত সাজিয়ে আবার আলো দেখতে সমর্থ হবে। শিক্ষক আলোর সরল বৈখিক গতি সম্পর্কে ধারণা দেবেন নিম্নের অনুরূপ প্রশ্নের মাধ্যমে—

(ক) (সূতা বা তারকে টান টান (Stretch) ক’রে)

তারকে কোন্ ধরনের রেখার মত দেখাচ্ছে? [উঃ। সরলরেখার মত]

(খ) প্রথম ক্ষেত্রে ছিদ্রগুলি সাজানো হয়েছিল কিভাবে?

[উঃ। সূতা টান টান ক’রে ধরে সরলরেখায় সাজানো হয়েছিল।]

(গ) যখন আলো দেখা যায়, তখন ছিদ্রগুলি কিভাবে সজ্জিত থাকে?

(ঘ) যখন আলো দেখা যাবে না, তখন ছিদ্রগুলি কিভাবে সজ্জিত থাকে?

(ঙ) আলো কোন্ পথ বরাবর চলে?

[সিদ্ধান্ত]

এরপর যে কোন দুটি ছিদ্রের মধ্যে কাঁচের স্লাব রেখে ছাত্রদের পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। অনুরূপভাবে জলপূর্ণ বোতল রেখে পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। তাদের অভিজ্ঞতা অগাধ শিক্ষার্থীদের জানিয়ে দেওয়া হবে।

শিক্ষকের প্রশ্ন—মাধ্যমের পরিবর্তন হ’লে আলো কি একই সরলরেখায় চলতে পারে?

[সিদ্ধান্ত]

পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্তগুলি প্রত্যেক স্তরে শিক্ষার্থীদের লিপিবদ্ধ করতে বলা হবে।

প্রয়োগ : শিক্ষার্থী তার নতুন জ্ঞান বাস্তব জীবনে প্রয়োগে সমর্থ কি না, তার জন্য শিক্ষক নিম্নের অনুরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন।

(ক) কোন একটি মাধ্যমে আলো কোন রেখা বরাবর চলে ?

(খ) তোমাকে চারটি স্থচীছিত্রযুক্ত পোস্টকার্ড দেওয়া হ'ল। একটি টর্চ লাইটের সাহায্যে কিভাবে তাদের একটি সরলরেখায় সাজাবে ?

(গ) বাগানে গাছগুলি একই সরলরেখায় থাকলে কিভাবে বোঝা যায় ?

(ঘ) যেমনভাবে উইকেটের স্ট্যাম্প পোতা হয়, তেমনভাবে চারটি পেনসিল মাটিতে একই রেখায় পোতা হ'ল। প্রথমটির একদম কাছে এক চোখ রাখলে সেই চোখে কি একদম শেষের পেনসিল দেখা যাবে ?

(ঙ) যদি “ঘ”-এর পরীক্ষা তুমি জলের ভিতরে গিয়ে কর, তাহ'লে কি একই ফল পাবে ?

(চ) কেন ?

[উপরি-উক্ত উদাহরণে, শিক্ষাকার্ষে কোন শিক্ষার্থীই সম্পূর্ণভাবে সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করছে না ; তবে প্রত্যেকেরই একটা আংশিক ভূমিকা আছে। আবার শিক্ষকের প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত একটা সক্রিয় ভূমিকা থাকছে। সে হিসাবে এই পদ্ধতিকে অবিমিশ্র “আবিষ্কার পদ্ধতি” কিংবা “প্রতিপাদক পদ্ধতি” বলা যায় না। এই পদ্ধতি হ'ল আবিষ্কার ও প্রতিপাদক পদ্ধতির সংমিশ্রণ।]

## ৫। পরীক্ষাগার পদ্ধতি (Laboratory Method)

অস্ত্রের কাজ দেখে কখনও বিজ্ঞান-শিক্ষা হয় না। বিজ্ঞান শিখতে হ'লে নিজের হাতে কাজ ক'রে শিখতে হবে। অধিকাংশ শিক্ষার্থী নিজের হাতে কাজ করতে ভালবাসে। সেজন্য বিজ্ঞান-শিক্ষায় প্রতিটি শিক্ষার্থীর হাতে-কলমে কাজ করবার সুযোগ রাখতে হবে। এ প্রসঙ্গে একথাও মনে রাখা উচিত, কাজের সম্পূর্ণ দায়িত্ব শিক্ষার্থীকে দেওয়া উচিত নয়। তার ভুল হতে পারে, বিপদ ঘটতে পারে প্রতি পদে-পদে এবং শেষ পর্যন্ত উৎসাহ হারিয়ে ফেলতে পারে। এর কারণ হ'ল তার অনভিজ্ঞতা। পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষায় শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত কাজের সুযোগ আছে, তাতে সঠিক পথে পরিচালিত করবার জন্য শিক্ষকের প্রত্যক্ষ দায়িত্ব আছে। পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী দু'ধরনের জ্ঞান অর্জন করে—প্রথমে শিক্ষকের আলোচনা ও পুস্তক পাঠের মাধ্যমে তাত্ত্বিক জ্ঞান এবং দ্বিতীয় স্তরে পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে তাত্ত্বিক জ্ঞানের সত্যতা নিরূপণ করে ব্যবহারিক জ্ঞান ভারতবর্ষের বিজ্ঞান-শিক্ষায় পরীক্ষাগার পদ্ধতি সেজন্য বহুল-প্রচলিত।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী প্রথমে কোন তাত্ত্বিক জ্ঞান লাভ করেন না। নিজ দায়িত্বে ব্যবহারিক কাজের মাধ্যমে কোন সত্যকে আবিষ্কার ক'রে সেটা শিখে থাকে। শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা অনেক বেশী হলেও জ্ঞানলাভের অগ্রগতি ভীষণভাবে সীমিত। পক্ষান্তরে প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে শিক্ষক পরীক্ষার মাধ্যমে অত্যন্ত দ্রুত বৈজ্ঞানিক সত্য-গুলিকে শিক্ষার্থীর সামনে পরিবেশন করেন। শিক্ষার্থীর জ্ঞানলাভের অগ্রগতি দ্রুত

হ'লেও তার সক্রিয়তা হ'ল শূন্য। এই দুই বকম পদ্ধতির মধ্যবর্তী হ'ল পরীক্ষাগার-পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী তাত্ত্বিক জ্ঞানের ভিত্তিতে পরীক্ষণমূলক দক্ষতা অর্জন করে।

**পরীক্ষাগারের কৃত্রিম পরিবেশ (Controlled Situation of Laboratory)**  
—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে পরীক্ষা করবার জন্য নিয়ন্ত্রিত বা কৃত্রিম পরিবেশ সৃষ্টি করা হয়, যেমন—কম্পনের অভিজ্ঞতা দিতে সুর শলাকা (Tuning fork) ব্যবহার করা হয়। বস্তু ও প্রতিবিম্বের সম্পর্কের ধারণালাভের জন্য বিশেষ ধরনের দর্পণ বা লেন্স ব্যবহার করা হয়। পাত্র হিসেবে বিকার, পরীক্ষানল বা ফ্লাস্ক ব্যবহার করা হয়। দৈনন্দিন জীবনে এই সব জিনিসের ব্যবহার করা হয় খুবই কম। তাছাড়া প্রকৃতিতে যেভাবে ঘটনা ঘটে সীমিত শর্তে, কৃত্রিম উপায়ে এবং পরিমাপের উপযোগী ক'রে ঘটনাগুলির সেইভাবেই পুনরাবৃত্তি ঘটানো হয় পরীক্ষাগারে। যেমন—মাধ্যম পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে আলোর গতিপথ পরিবর্তনের ঘটনা সম্পর্কে ধারণা গঠন করবার জন্য পরীক্ষাগারে আমরা কয়েকটি পিন এবং কাঁচের ফলক ব্যবহার করি।

### পরীক্ষা এবং পরীক্ষাগারের কাজের পার্থক্য (Experiment and Laboratory Work)

পরীক্ষাগারে সব কাজের বিশেষ উদ্দেশ্য নাও থাকতে পারে। যেমন বিনা উদ্দেশ্যে কোন কিছু করা বা দেখা, একটা জিনিসের সঙ্গে আর একটা জিনিস মেশানো ইত্যাদি। এগুলিকে পরীক্ষাগারের কাজ বলা যেতে পারে, পরীক্ষা নয়। পক্ষান্তরে, ইঙ্গিত ফললাভের উদ্দেশ্যে সুনির্দিষ্ট উপায়ে পরীক্ষাগারে সম্পন্ন কোন কাজকে পরীক্ষা বলে। মাধ্যমিক ছাত্রদের নিকট দুটিই সমার্থবোধক, কারণ তারা কাজের মাধ্যমে পরীক্ষার প্রেরণা পায়।

### পরীক্ষাগারের কাজ পরিচালনার নিয়ম (Organisation of Laboratory Work)

ভৌত বিজ্ঞানে পরীক্ষাগারের কাজ বলতে আমরা পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগার এবং রসায়ন পরীক্ষাগারের কাজকে পৃথক পৃথকভাবে বুঝে থাকি। দুই পরীক্ষাগারের কাজের মধ্যে কিছু মৌলিক পার্থক্য আছে। তবে যেসব ক্ষেত্রে কাজের সাদৃশ্য আছে, সেগুলিই আলোচনা করা হ'ল।

[এক] শিক্ষার্থীদের মধ্যে কাজ বণ্টন—বিভিন্নভাবে শিক্ষার্থীদের মধ্যে কাজ বণ্টন করা যেতে পারে।

(ক) শ্রেণীর সব শিক্ষার্থী একই সময়ে কাজ করবে এবং প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে ব্যক্তিগতভাবে একই ধরনের কাজ করতে হবে। এর ফলে শিক্ষকের নির্দেশদানে সুবিধা হবে। তবে এই পদ্ধতিতে প্রধান অসুবিধা হ'ল যন্ত্রপাতির অভাব।

(খ) শ্রেণীর সব শিক্ষার্থী একই সময়ে কাজ করবে তবে প্রত্যেকে ভিন্ন ভিন্ন

ধরনের কাজ করবে। তবে এর প্রধান অস্থবিধা হ'ল, প্রত্যেককে একই সময়ে ভিন্ন ভিন্ন নির্দেশ দেওয়া শিক্ষকের পক্ষে অস্থবিধাজনক।

(গ) ছাত্রসংখ্যা বেশী হ'লে এবং উপরের অস্থবিধাগুলির কথা বিবেচনা ক'রে শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের কয়েকটি স্থবিধাজনক দলে ভাগ করা যেতে পারে, যাতে প্রত্যেক দলে ছাত্রসংখ্যা মোটামুটি ১৬ জনের বেশী না হয়। প্রত্যেক দলের জ্ঞাত পৃথক পৃথক কর্মসূচী এবং কাজের সময় নির্দিষ্ট করতে হবে। প্রত্যেক দল সারা বছর তাদের কর্মসূচী ও সময় অনুসারে কাজ করবে। যদি দেখা যায় দলের প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে পৃথক পৃথক যত্নপাতি দেবার মত ব্যবস্থা বিতালয়ের নেই, তাহ'লে প্রত্যেক দলকে কয়েকটি উপদলে বা গোষ্ঠিতে ভাগ করা যেতে পারে। প্রত্যেকটি উপদলে দু'য়ের অধিক ছাত্র থাকার বাঞ্ছনীয় নয় এবং প্রত্যেক উপদলের ছাত্রদের যোগ্যতা মোটামুটি এক রকম হ'লে ভাল হয়।

রসায়ন পরীক্ষাগারে সাধারণতঃ কোন দলের এবং তার অন্তর্গত উপদলের বা ব্যক্তির কোন দিনে একই ধরনে কাজ করতে হয়। কিন্তু পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে কোন দলের অন্তর্গত উপদলগুলিকে যত্নপাতির অভাবের জন্য সাধারণতঃ ভিন্ন ভিন্ন ধরনের কাজ করতে হয়।

(ঘ) কোন দলের বা উপদলের কর্মসূচির একটি কাজ শেষ হ'লে পরবর্তী দিনে তারা অপর কোন কাজে অংশগ্রহণের জন্য প্রস্তুতি নেবে। এইভাবে সারা বছর কাজ চলবে যত দিন না কর্মসূচীর সমগ্র কাজ শেষ হয়।

[তুই] পুস্তকপাঠ ও তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন—পরীক্ষা আরম্ভ হবার পূর্বে শিক্ষার্থীরা পরীক্ষা-কাজের জন্য ব্যবহারিক বিজ্ঞানের বই পড়বে এবং শ্রেণীকক্ষের পঠন-পাঠনের সময় পরীক্ষা-সংক্রান্ত তাত্ত্বিক জ্ঞান সংগ্রহ করবে। শিক্ষার্থী তাত্ত্বিক জ্ঞান-অর্জনের জন্য কোন বইগুলি পড়বে, তা শিক্ষক নির্বাচন ক'রে দিলে ভাল হয়।

[তিন] নির্দেশ-লিপি—শিক্ষার্থীর কাজের স্থবিধার জন্য শিক্ষক অনেক সময় পরীক্ষার কাজ শুরু হবার আগে নির্দেশলিপি দিয়ে থাকেন। তাতে লেখা থাকবে—

(ক) পরীক্ষার উদ্দেশ্য, (খ) যত্নপাতির নাম, (গ) পরীক্ষা-পদ্ধতি, (ঘ) মতর্কতামূলক উপদেশ, (ঙ) পরীক্ষার ফল তালিকায় লিপিবদ্ধ করবার নিয়ম, (চ) পরীক্ষার ফলের সংব্যাখ্যানের নিয়ম, (ছ) যত্নব্যা ইত্যাদি।

[চার] পরীক্ষা সম্পাদন—পরীক্ষা আরম্ভ হবার আগে যত্নপাতিগুলি পরীক্ষার টেবিলে সাজিয়ে নিতে হবে। শিক্ষার্থীকে এ ব্যাপারে শিক্ষক কিংবা তাঁর সহায়ক সাহায্য করতে পারেন। এরপর শিক্ষার্থী নির্দেশপত্র অনুসারে পরীক্ষা শুরু করবে এবং পরীক্ষার ফল লিপিবদ্ধ করবে।

[পাঁচ] পরীক্ষার ফলের সংব্যাখ্যান—পরীক্ষালব্ধ ফলাফলকে শিক্ষার্থী চিত্রসহযোগে, গ্রাফ-অঙ্কন ক'রে অথবা কোন নির্দেশিত উপায়ে সংব্যাখ্যান করবে।



[ ছয় ] নোটবই লিখন—পরীক্ষা চলাকালীন বা পরীক্ষার শেষে শিক্ষার্থী তার পরীক্ষার সামগ্রিক বিষয়বস্তু নিয়ম অনুযায়ী নোট বইতে লিপিবদ্ধ করবে। নোটবই কিভাবে লিখতে হয়, শিক্ষক শিক্ষার্থীকে ভালভাবে বুঝিয়ে দেবেন। নোটবই লেখা হ'লে সেটা শিক্ষককে দিয়ে দেখিয়ে নিতে হবে। নোটবুকে লেখার ভাষা যথাসম্ভব শিক্ষার্থীর নিজের ভাষাতে হওয়া উচিত।

পরীক্ষার শেষে জিনিসপত্রগুলি পরিষ্কার ক'রে ঠিক ঠিক জায়গায় সাজিয়ে রাখতে হবে।

## ৥ পরীক্ষা পদ্ধতির সুবিধা ॥

(১) পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষালাভে শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি সাধিত হয়।

(ক) ধারণা—পুস্তকের তাত্ত্বিক জ্ঞানকে শিক্ষার্থী পরীক্ষার মাধ্যমে যাচাই করবার সুযোগ পায় বলে পাঠ্য বিষয় সম্পর্কে তার ধারণা খুব স্পষ্ট হয়।

(খ) দক্ষতা—শিক্ষার্থী নিজ হাতে পরীক্ষা সম্পাদন করে এবং ব্যক্তিগত চেষ্টায় সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে, চিত্র অঙ্কন করে, গণনা করে। সেজন্য শিক্ষার্থীর দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

(গ) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী—পরীক্ষাগারে নিয়মসম্মত উপায়ে পরীক্ষার ফলে এবং যুক্তিসম্মত উপায়ে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবার অভ্যাসের ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে।

(ঘ) প্রয়োগের ক্ষমতা—শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের জ্ঞানকে বাস্তব জীবনে অথবা নতুন কোন সমস্যা-সমাধানের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে সমর্থ হয়।

## (২) শিক্ষার্থীর সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটে—

(ক) শিক্ষার্থীকে আত্মবিশ্বাস, আত্মনির্ভরতা বৃদ্ধি পায় এবং তাকে কষ্টসহিষ্ণু ও বৈধর্মীল হ'তে হয়।

(খ) এক সঙ্গে কাজ করতে গিয়ে প্রত্যেকে পরস্পরকে সাহায্য করবার সুযোগ পায়। তার ফলে শিক্ষার্থীদের মধ্যে প্রীতির সম্পর্ক গড়ে ওঠে।

(গ) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রত্যক্ষ যোগাযোগ ঘটে।

(ঘ) ব্যক্তিগতভাবে অথবা ক্ষুদ্র দলে কাজ করতে হয় বলে প্রত্যেকে নিজ নিজ সামর্থ্য অনুযায়ী অগ্রসর হতে পারে। মেধাবী ছাত্রদের দ্রুত অগ্রগতি সাধারণ ছাত্রদের কাজে কখনও বাধার সৃষ্টি করতে পারে না।

(৩) পদ্ধতির ব্যবহারিক মূল্য—(ক) পরীক্ষার মাধ্যমে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুকে গ্রহণ করা হয় বলে সে জ্ঞান শিক্ষার্থী সহজেই মনে রাখতে পারে। (খ) যে কোন মেধাবী শিক্ষার্থী এই পদ্ধতিতে অনেকখানি উপকৃত হয়।

## ॥ অসুবিধা ॥

(১) সাধারণ পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে ধরাবাঁধা নিয়মে শিক্ষার্থীকে পরীক্ষা করতে হয়। সুতরাং এই পদ্ধতিতে চিন্তা এবং কাজের কোন স্বাধীনতা নেই। সেজন্য পরীক্ষার কাজ অনেক সময় বৈচিত্র্যহীন হয়ে পড়ে।

(২) শিক্ষকের পরিশ্রম—বক্তৃতা বা প্রতিপাদক-পদ্ধতির পরিবর্তে পরীক্ষা-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষা দিতে গেলে শিক্ষকের পরিশ্রম খুব বেশী হয়। সাধারণতঃ দিনের শেষে, পাঁচ-ছয় পিরিয়ড কাজ করবার পর প্রায়টিক্যাল পরীক্ষার কাজ করবার উৎসাহ অনেক শিক্ষকেরই সঙ্গত কারণে থাকে না।

(৩) শিক্ষক শিক্ষার্থীদের কাজে যথেষ্ট দৃষ্টি না দিলে অপেক্ষাকৃত কম বুদ্ধিমান ছেলেরা মেধাবী ছাত্রদের খাতা নকল করবার চেষ্টা করে। অনেক সময় শিক্ষার্থীরা বিশৃঙ্খল হয়ে ওঠে।

(৪) সময় এবং যন্ত্রপাতির প্রয়োজন বেশী বলে অনেক বিদ্যালয়ে পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে পাঠ দেওয়া সম্ভব হয় না। যে সময়ের প্রয়োজন, বিদ্যালয়ের পক্ষে তা সব সময় দেওয়া সম্ভব হয় না।

(৫) শ্রেণীর তাত্ত্বিক পাঠের সঙ্গে ব্যবহারিক কাজের যোগাযোগ থাকে না।

॥ পরীক্ষাগার-পদ্ধতিকে অধিকতর উপযোগী ক'রে তোলবার উপায় ॥

(১) **পাঠ্যক্রমের নমনীয়তা**—পাঠ্যক্রমে যে পরীক্ষা আছে সব সময় সেই পরীক্ষা আক্ষরিক অর্থে করতে না দিয়ে ছাত্রদের আগ্রহ ও চিন্তাশক্তি বৃদ্ধির জন্য শিক্ষার্থীর যোগ্যতা অনুযায়ী এবং বিদ্যালয়ের সুযোগ-সুবিধা অনুসারে পরীক্ষাটিকে সামান্য পরিবর্তন করা যেতে পারে। আপেক্ষিক গুরুত্ব-নির্ণয়ের পরীক্ষায় জলের তুলনায় ঘনত্ব নির্ণয়ের পরিবর্তে কেরোসিন তেলের তুলনায় ঘনত্ব নির্ণয় করতে দেওয়া যেতে পারে।

(২) **পরীক্ষার বৈচিত্র্য**—প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে একই পরীক্ষা না করতে দিয়ে একই ধরনের পরীক্ষা করতে দেওয়া যেতে পারে। ঘনত্ব নির্ণয়ের জন্য কাউকে পাথর, কাউকে লোহা, কাউকে অ্যালুমিনিয়ামের খণ্ড দেওয়া যেতে পারে।

(৩) **উদ্দেশ্যের স্পষ্টতা**—পরীক্ষার উদ্দেশ্য যেন প্রথম থেকেই শিক্ষার্থীদের কাছে স্পষ্ট থাকে।

(৪) **নিন্দা ও প্রশংসা**—পরীক্ষার লিখিত বিবরণ ভালভাবে যাচাই ক'রে কোন ভুল থাকলে সংশোধন ক'রে দিতে হবে এবং শুদ্ধ হ'লে শিক্ষার্থীকে প্রশংসা করতে হবে।

(৫) **যন্ত্র-ব্যবহারের পদ্ধতি**—নতুন কোন যন্ত্র-ব্যবহারের ক্ষেত্রে যন্ত্রের বিভিন্ন অংশের সঙ্গে শিক্ষার্থীর যথাযথ পরিচয় করিয়ে যন্ত্র-ব্যবহারের পদ্ধতি সম্পর্কে শিক্ষার্থীকে অবহিত করতে হবে।

(৬) **ভুলের মাত্রা সম্পর্কিত ধারণা**—কোন পরিমাপে কতটুকু নৈপুণ্যের সঙ্গে পরিমাপ করতে হবে, সে সম্পর্কে শিক্ষার্থীকে আগের থেকে সচেতন ক'রে দিতে হবে।

কোন বিশেষ ক্ষেত্রে 5 c.m. পরিমাপে যতখানি সতর্কতা প্রয়োজন, 25 c.m. পরিমাপে তত সতর্কতার প্রয়োজন হয় না। দোলনকাল নির্ণয়ে সময়-পরিমাপে যতখানি গুরুত্ব দেওয়া প্রয়োজন, কার্যকরী দৈর্ঘ্য পরিমাপে তত গুরুত্ব না দিলেও চলে।

(৭) শিক্ষার্থীকে সর্বদা কর্মব্যস্ত রাখা—শিক্ষার্থীর মনোযোগ যাতে ব্যহত না হয়, তার জন্য পরীক্ষা দীর্ঘতর না করাই উচিত। পরীক্ষার সময় অলস মুহূর্তগুলির জন্য তাকে অল্প কাজ দেওয়া যেতে পারে। শিক্ষকও মাঝে মাঝে তাদের মৌখিক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে পারেন।

(৮) নির্দেশলিপি—প্রকাশিত কোন পাঠ্য পুস্তকের উপর নির্ভর করতে না বলে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে নির্দেশপত্র দিতে পারেন এবং তাঁর নিজের চিন্তাধারা অনুসারে শিক্ষার্থীদের পরিচালনা করতে পারেন ঐ নির্দেশপত্রের মাধ্যমে।

(৯) শ্রেণীর তাত্ত্বিক পাঠের সঙ্গে ব্যবহারিক পাঠের সমন্বয়—তাত্ত্বিক পাঠ শেষ হলেই ব্যবহারিক পরীক্ষার মাধ্যমে জ্ঞানকে বাচাই করবার সুযোগ রাখতে হবে।

(১০) স্বহস্ত-নির্মিত যন্ত্রপাতির ব্যবহার—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে পরিমাপের সূক্ষ্মতার পরে গুরুত্ব দেওয়া হয়। সেজন্য নির্ভুল যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা উচিত। তবে উপযুক্ত যন্ত্রপাতির অভাবে স্বহস্ত-নির্মিত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা যেতে পারে।

উদাহরণ ১।

পাঠ : পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি ও উহার ধর্মের পরীক্ষা

শ্রেণী : নবম

ছাত্রসংখ্যা : ২৫

উদ্দেশ্য : শিক্ষার্থী

(ক) রসায়নের পরীক্ষায় দক্ষতা অর্জন করবে

(খ) গ্যাসের ধর্মগুলি জানবে

(গ) গ্যাসকে সনাক্ত করবার উপায়গুলি জানবে

(ঘ) বায়ু অপেক্ষা হালকা গ্যাস প্রস্তুতির সতর্কতাগুলি মনে চলবে।

বিজ্ঞানরে লভ্য যন্ত্রপাতি ও উপকরণের পরিমাণ (Available instruments and equipments in School) :

(ক) উলফুস বোতল—৬টি

(খ) গ্যাস জার—২৫টি

(গ) গ্যাস ড্রোপী—৫টি

(ঘ) থিসল ফানেল—১০টি

(ঙ) ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড—১শিশি (লঘু ক'রে নিতে হবে)

(চ) দস্তার ছিবড়া ১ শিশি

(ছ) অন্যান্য উপকরণ পর্যাপ্ত পরিমাণে আছে।

## ॥ পরীক্ষার কাজ পরিচালনা ॥

(১) শিক্ষার্থীদের মধ্যে কাজ বণ্টন—পরীক্ষাগারের উপরি-উক্ত যন্ত্রপাতির পরিমাণ অনুসারে ছাত্রদের পাঁচটি ছোট ছোট দলে ভাগ করা হবে। পাঁচটি ছোট দল একই সময়ে কাজ করবে। প্রত্যেক ক্ষুদ্র দলকে পরীক্ষা করবার জন্য একমোট যন্ত্রপাতি দেওয়া হবে। প্রত্যেক দলের কাজের হিন্দাব রাখবার জন্য একটি Register রাখা হবে।

(২) প্রস্তুতি—শ্রেণীতে হাইড্রোজেন সম্পর্কে তাত্ত্বিক পাঠ দেবার পর ছাত্রদের ব্যবহারিক রসায়নের বই পড়তে বলতে হবে। প্রয়োজনে লেখকের নাম, বইয়ের নাম, পাতার সংখ্যা উল্লেখ ক'রে দিতে হবে।

যেমন—(১) ব্যবহারিক রসায়ন প্রবেশ—দয়ানন্দ ভাদুড়ী, প্রথম সংস্করণ, পাতা—৩৫

(৩) নির্দেশলিপি—শিক্ষক নিজের চিন্তাধারা অনুসারে ছাত্রদের পরিচালিত করতে চাইলে পরীক্ষা আরম্ভ হবার আগে ছোট কার্ডে বা বড় বোর্ডে লিখিত উপদেশ দেবেন। উপদেশে অন্তর্ভুক্ত থাকবে—

- (ক) পরীক্ষার নাম ও ক্রমিক সংখ্যা,
- (খ) পরীক্ষার উদ্দেশ্য,
- (গ) পরীক্ষায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম এবং যন্ত্রপাতি সজ্জার চিত্র,
- (ঘ) রাসায়নিক বিক্রিয়া,
- (ঙ) অবশ্যপালনীয় সতর্কতা,
- (চ) পরীক্ষার ফল লিপিবদ্ধ করবার পদ্ধতি,
- (ছ) বিভিন্ন রঙের শিখা সম্পর্কে পরিচিতি,
- (জ) প্রয়োজনীয় বিকারক।

শিক্ষক মুখেও কিছু আলোচনা করবেন।

(৪) পরীক্ষা সম্পাদন—প্রথম পর্বে—প্রত্যেকটি ক্ষুদ্র দল যন্ত্রপাতিগুলি সংগ্রহ ক'রে নিজ নিজ জায়গায় সাজাবে। [ শিক্ষক নিজেও আগের থেকে সাজিয়ে রাখবার ব্যবস্থা করতে পারেন। ] যন্ত্রপাতিগুলি ঠিকমত সাজিয়ে একবার শিক্ষককে দেখিয়ে নেবে। সঠিক না হলে শিক্ষক ঠিক ক'রে দিতে সাহায্য করবেন। হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত ক'রে চারটি জারে সংগ্রহ করবে। [ যে কয়টি ধর্ম পরীক্ষা করতে হবে, কমপক্ষে ততগুলি জারে গ্যাস সংগ্রহ করা উচিত। ]

দ্বিতীয় পর্বে—শিক্ষার্থী এক-একটি গ্যাস জার নিয়ে ধর্মগুলি একে একে পরীক্ষা করবে। পরীক্ষা শেষে যন্ত্রপাতি পরিষ্কার ক'রে ঠিকমত গুছিয়ে রাখবে।

(৫) ফলের সংব্যাকথ্যান—শিক্ষার্থী ধর্মগুলি পরীক্ষা ক'রে পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবে।



**নোটবই লিখন**—শিক্ষার্থী পরীক্ষাসংক্রান্ত ঘাটতীয় কাজের বিবরণ নোটখাতায় লিপিবদ্ধ করবে। প্রয়োজন হলে শিক্ষকের নির্দেশ অনুসারে পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত নোটবুকের রেকর্ড অনুসরণে একটি ভাল খাতায় বাড়ী থেকে লিখে এবং প্রয়োজনীয় অঙ্কনাদি করে এনে পরের দিন শিক্ষককে দেখাবে।

উদাহরণ ২।

পাঠ : "বিভিন্ন উপায়ে বস্তুর আয়তন নির্ণয়"  
শ্রেণী : মধ্যম  
ছাত্রসংখ্যা : ২০

**উদ্দেশ্য :** শিক্ষার্থী

- (ক) আয়তনের ধারণা গঠনে সক্ষম হবে।
- (খ) আয়তন পরিমাপের বিভিন্ন উপায়ের সঙ্গে পরিচিত হবে।
- (গ) নিয়তাকার ও অনিয়তাকার, জল অপেক্ষা ভারী ও হালকা জিনিসগুলির সঙ্গে পরিচিত হবে।
- (ঘ) পরীক্ষামূলক দক্ষতা অর্জন করবে।

(১) **দল-বিভাজন ও কাজ বণ্টন**—পূর্ববর্তী উদাহরণগুলির নীতি অনুসারে দল-বিভাজন করা যেতে পারে। যেহেতু এই পাঠের বিষয়বস্তু হ'ল শুধু পরিমাপ করা, তাই সকলকেই একই ধরনের কাজ দেওয়া যেতে পারে।

(২) **প্রস্তুতি**—প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে পরীক্ষার পূর্বে পরিমাপ-সংক্রান্ত তাত্ত্বিক জ্ঞানলাভের নির্দেশ দিতে হবে এবং বই-এর নাম উল্লেখ ক'রে দিতে হবে।

বইয়ের নাম—..... লেখকের নাম—.....  
সংস্করণ—..... পৃষ্ঠার নম্বর—.....

(৩) **নির্দেশলিপি**—পরীক্ষা শুরু হবার আগে বোর্ডে লিখে বা ছোট্ট কার্ডে নির্দেশ দেওয়া যেতে পারে। নির্দেশগুলি—

- (ক) পরীক্ষার নাম ও ক্রমিক সংখ্যা
- (খ) পরীক্ষার উদ্দেশ্য (বিভিন্ন উপায়ে বস্তুর আয়তন নির্ণয়)
- (গ) যন্ত্রপাতি—অর্ধেক জনপূর্ণ পাঁচটি আয়তন-পরিমাপক চোঙ, দশটি অর্ধমিটার স্কেল বা ফুট স্কেল।

(ঘ) **উপকরণ**—লোহার সমকোণী চৌপল বা slab (বিভিন্ন সাইজের নিতে হবে; তবে দেখতে হবে, সেগুলোকে যেন সহজেই পরিমাপক চোঙের জলে স্থবিধাজনকভাবে ডোবানো যায়), সূতা (লোহার চৌপলকে ডোবানোর জন্য)।

(ঙ) **পরীক্ষা পদ্ধতি**—প্রথমে স্কেল দিয়ে মেপে সমকোণী চৌপলের আয়তন নির্ণয় করতে হবে, দ্বিতীয় বারে জলে ডুবিয়ে অপসারিত জলের আয়তন পরিমাপ করতে হবে। (চ) পরীক্ষার ফল খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে। (ছ) দু'ভাবে নির্ণীত আয়তনের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে।

(i) প্রথম পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় ছক সমকোণী চৌপল

$$\begin{aligned} \text{দৈর্ঘ্য} &= \frac{(-) \text{ c.m.} + (-) \text{ c.m.} + (-) \text{ c.m.}}{3} \\ \text{প্রস্থ} &= \frac{(\dots) \text{ c.m.} + (\dots) \text{ c.m.} + (\dots) \text{ c.m.}}{3} \\ \text{বেধ} &= \frac{(\dots) \text{ c.m.} + (\dots) \text{ c.m.} + (\dots) \text{ c.m.}}{3} \\ \text{আয়তন} &= \text{দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থ} \times \text{বেধ} \end{aligned}$$

(ii) দ্বিতীয় পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় ছক

পরিমাপক চোঙের ছল স্তম্ভের প্রাথমিক পাঠ (X) c.c.	বস্তু সম্পূর্ণ ডোবানোর পর তরল স্তম্ভের পাঠ (Y) c.c.	বস্তুর আয়তন = তরল স্তম্ভদ্বয়ের পার্থক্য (Y - X) c.c.

(iii) দুই উপায়ে নির্ণীত আয়তনের তুলনা

প্রথম পরীক্ষায় প্রাপ্ত আয়তন (c.c.)	দ্বিতীয় পরীক্ষায় প্রাপ্ত আয়তন (c.c.)	দুটি আয়তনের পার্থক্য (বড়-ছোট) (c.c.)

(৪) পরীক্ষা—

প্রথম স্তরে—শিক্ষার্থী যন্ত্রপাতি ও উপকরণ শিক্ষকের কাছ থেকে চেয়ে নেবে।

দ্বিতীয় স্তরে—সতর্কতার সাহায্যে পরীক্ষা সম্পাদন করবে এবং প্রয়োজনে শিক্ষকের সাহায্য নেবে ও পরীক্ষার ফল লিপিবদ্ধ করবে। শিক্ষক শিক্ষার্থীকে কার্যভিত্তিক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করে তাকে অধিকতর আগ্রহী করে তুলতে পারেন।

(৫) তুলনা—শিক্ষার্থী আয়তন দুটির মানের তুলনা করবে।

(৬) নোটবই লিখন ও সংশোধন—নোটবই লিখে শিক্ষার্থী শিক্ষককে দিয়ে দেখিয়ে নেবে এবং শিক্ষক প্রয়োজনীয় সংশোধন ক'রে দেবেন।

বিঃ দ্রঃ—(১) অসুস্থরূপভাবে বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয় করতে দেওয়া যেতে পারে। সেক্ষেত্রে বস্তুর তর-নির্ণয়ের জন্য তুলনা লাগবে। (২) জ্যামিতিক—আকারহীন বস্তুর আয়তন পরিমাপের জন্য জল অপসারণ-পদ্ধতির ব্যবহার করতে হবে। (৩) যে পদার্থগুলি জলে অদ্রাব্য, সেখানে জল এবং যেগুলি জলে দ্রাব্য, সেক্ষেত্রে অল্প অদ্রাবক তরল (Insolvent liquid) নিতে হবে। (৪) বস্তু তরল থেকে হাঁকা হলে পার্থক্য-বিশিষ্ট জলপূর্ণ বিকারে পিনের সাহায্যে বস্তুকে ডোবানো যেতে পারে এবং অপসারিত তরলকে সংগ্রহ ক'রে আয়তন-পরিমাপক চোঙের সাহায্যে অপসারিত তরলের আয়তন জেনে নেওয়া যেতে পারে। [এই ব্যবস্থায় নিমজ্জকের (Sinker) ঝামেলা সহজেই এড়িয়ে যাওয়া যেতে পারে।]

[পরীক্ষাগার-পদ্ধতির উদাহরণগুলি অসুধাবন করলে বোঝা যাবে এখানে শিক্ষার্থীর তাত্ত্বিক জ্ঞান এবং তাত্ত্বিক জ্ঞানের ভিত্তিতে ব্যবহারিক জ্ঞান তথ্য। পরীক্ষণমূলক দক্ষতা অর্জনের সুযোগ আছে। এখানে শিক্ষার্থী কোন মৌলিক সত্য আবিষ্কারের পরিবর্তে শিক্ষকের সহযোগিতা ও নির্দেশে প্রতিষ্ঠিত সত্যের যাচাই করে এবং কিছু পরীক্ষা সম্পাদন করে। সমগ্র এই উদাহরণগুলিকে পরীক্ষাগার পদ্ধতির উদাহরণ বলা হচ্ছে।]

## পরীক্ষাগার ও প্রতিপাদক পদ্ধতির তুলনা

### (১) দক্ষতার বিকাশ—

পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী ব্যক্তিগতভাবে পরীক্ষায় অংশগ্রহণ করে বলে দক্ষতা-অর্জনে সমর্থ হয়।

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর দক্ষতা বৃদ্ধি হয় না। কারণ পরীক্ষায় ব্যক্তিগত অংশগ্রহণের সুযোগ কম।

(২) পূর্ব প্রস্তুতি—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীকে তাত্ত্বিক পাঠের মধ্য দিয়ে প্রস্তুতি নিতে হয়।

প্রতিপাদক পদ্ধতিতে প্রস্তুতির প্রয়োজন নেই, কারণ শিক্ষক নিজেই পরীক্ষাটি ক'রে ছাত্রদের দেখান।

(৩) শ্রেণী-শিক্ষা ও ব্যক্তি-শিক্ষা—পরীক্ষাগার-পদ্ধতি মূলতঃ ব্যক্তি-শিক্ষার অন্তর্গত। প্রতিপাদক পদ্ধতি শ্রেণী বা দলগত শিক্ষার অন্তর্গত।

(৪) ভুলের পরিমাণ—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী নিজে পরীক্ষা করে, তাই ভুলের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত বেশী।

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে শিক্ষক নিজে পরীক্ষা করেন বলে ভুলের প্রশ্ন ওঠে না।

(৫) ছাত্রসংখ্যা—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে ছাত্রসংখ্যা বেশী থাকলে কাজের অসুবিধা হয়।

প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে ছাত্রসংখ্যা অপেক্ষাকৃত কিছু বেশী হলেও অসুবিধা হয় না, কারণ প্রত্যেক ছাত্রের উপর পৃথকভাবে নজর রাখবার প্রয়োজন হয় না।

(৬) সময়, যত্নপাতি, শিক্ষকের পরিশ্রম—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে এই সব কিছুর প্রয়োজন অপেক্ষাকৃত বেশী, কিন্তু প্রতিপাদক-পদ্ধতিতে কম। সেজন্য পরীক্ষাগার-পদ্ধতির চেয়ে প্রতিপাদক-পদ্ধতি অবলম্বনে বিদ্যালয়গুলির প্রবণতা বেশী।

### ৷ পরীক্ষাগার-পদ্ধতি ও আবিষ্কার পদ্ধতির তুলনা ৷

দুই পদ্ধতির সাদৃশ্য অনেক বেশী, তবে বৈসাদৃশ্যগুলি অবিকার্যই তাত্ত্বিক।

(১) আরোহ ও অবরোহ প্রণালী—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে অবরোহ প্রণালীতে ধরাবাঁধা উপায়ে নির্দিষ্ট ফললাভের উদ্দেশ্যে পরীক্ষা করতে হয়।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে সাধারণতঃ আরোহ প্রণালীতে কাজ করতে হয়।

(২) জ্ঞান—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে জ্ঞান অর্জন করবার এবং অধীত জ্ঞান যাচাই করবার সুযোগ আছে। তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করে পরীক্ষাগারে কাজ করতে যাওয়া হ'ল, এই পদ্ধতির সাধারণ নিয়ম।

আবিষ্কার-পদ্ধতিতে যে কোন জ্ঞান শুধুমাত্র পরীক্ষার সাহায্যে অর্জন করতে হবে—অন্তভাবে বলতে গেলে কোন জ্ঞান একমাত্র আবিষ্কারের মাধ্যমেই অর্জন করতে হবে। তাছাড়া জ্ঞান-অর্জনের চেয়ে জ্ঞান-অর্জনের কৌশল আয়ত্ত করার উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয় আবিষ্কার-পদ্ধতিতে।

(৩) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যোগ্যতা—পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে সাধারণ যোগ্যতাসম্পন্ন শিক্ষক কাজ পরিচালনার পক্ষে যথেষ্ট এবং সাধারণ ক্ষমতাসম্পন্ন শিক্ষার্থী এই পদ্ধতিতে উপকৃত হতে পারে।

আবিষ্কার পদ্ধতিতে ছাত্র এবং শিক্ষক উভয়েরই মেধাবী হওয়া প্রয়োজন।

(৪) সময়, পাঠ্যক্রম, বহিঃপরীক্ষা—পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে যোঁটামুটি নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট পাঠ্যক্রম অনুসারে বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি নেওয়া সম্ভব।

কিন্তু আবিষ্কার-পদ্ধতিতে সে সুযোগ নেই।

আলোচনা—পশ্চিম বাংলায় মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞানের পাঠে পরীক্ষাগার পদ্ধতির কোন সুযোগ নেই, তবে অতিরিক্ত পদার্থ বিজ্ঞানে এবং রসায়নে সে ব্যবস্থা থাকলেও বহিঃপরীক্ষার বা বিদ্যালয়কৃত পরীক্ষার (examination) কোন ব্যবস্থা নেই। আমরা আশা করব, ভৌত বিজ্ঞানেও পরীক্ষা পদ্ধতির ব্যবস্থা করা হবে এবং পরীক্ষার সঙ্গে মূল্যায়নের যোগাযোগ স্থাপন করা হবে।



## ৬। নির্দেশনা বা অর্পিত দায়িত্বমূলক পদ্ধতি—

### (Assignment Method)

বিজ্ঞানের পরীক্ষাবহুল অংশে পাঠ্যদানের সুবিধার্থে (Assignment) পদ্ধতির প্রচলন করা হয়েছে। এই পদ্ধতিতে শ্রেণী-শিক্ষার সঙ্গে কোন যোগাযোগ থাকবে না এবং সেমিক থেকে এই পদ্ধতি অনেকটা (Dalton Plan)-এর অনুরূপ। শ্রেণী-শিক্ষার শিক্ষার্থীর ব্যক্তি-স্বাতন্ত্র্যকে মর্মেদা দিয়ে বিজ্ঞান পড়ানো সম্ভব নয় এবং সেজন্যই এই ব্যবস্থা। গতানুগতিক শ্রেণীকক্ষের পরিবর্তে থাকবে শুধু বিজ্ঞান-কক্ষ বা পরীক্ষাগার। সেখানে বিজ্ঞান-শিক্ষার যন্ত্রপাতির সঙ্গে থাকবে ছবি, মডেল, চার্ট ও বিজ্ঞানের বই। শিক্ষক সারাক্ষণ সে ঘরেই থাকবেন এবং শিক্ষার্থীদের সঙ্গে সর্বপ্রকারের সহযোগিতা করবেন। প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে যোগ্যতা অনুযায়ী কাজ বা (Assignment) দেওয়া হবে। ছাত্ররা তাদের নিজ নিজ সমস্তা নিজ দায়িত্বে স্বাধীনভাবে সমাধান করার চেষ্টা করবে এবং প্রয়োজনে শিক্ষকের সাহায্য নেবে। প্রত্যেক শিক্ষার্থীর প্রগতির মূল্যায়নের জন্য প্রগতি-লিপি (Progress chart) থাকবে। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর কাজ পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে এবং শিক্ষকের সহযোগিতা প্রতিপাদক পদ্ধতিতে নিয়ন্ত্রিত হয়। সুতরাং পরীক্ষাগার পদ্ধতি এবং প্রতিপাদক পদ্ধতির সুবিধাগুলি এই পদ্ধতিতে বর্তমান। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর ব্যবহারিক জ্ঞানের সাথে তাত্ত্বিক জ্ঞানের সুরণ ঘটে।

**Assignment :** সমগ্র বছরের পাঠ্যসূচীকে সুবিধামত কয়েকটি অংশ (unit) ভাগ করা হয়। প্রত্যেকটি অংশের জন্য মোটামুটি এক সপ্তাহ সময় দেওয়া হয়। বিভিন্ন অংশের ভিত্তিতে সাপ্তাহিক কাজকে বলে Assignment। শিক্ষার্থী তার সামর্থ্য অনুযায়ী Assignment নির্বাচন করে কাজ শুরু করে এবং ক্রমে ক্রমে বছরের সমগ্র Assignment-এর কাজ শেষ করে। Assignment দুই ধরনের—

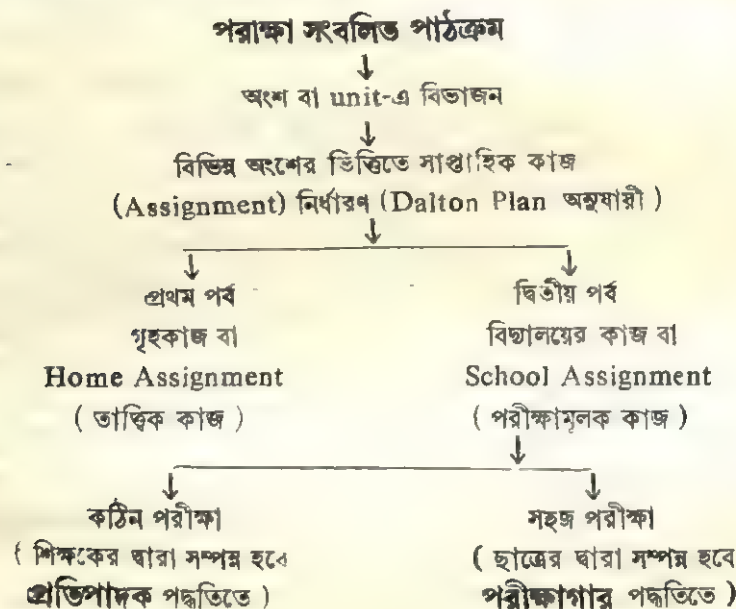
**প্রথম পর্ব :** বাড়ীর কাজ (Home Assignment) বা তাত্ত্বিক পাঠ (Theoretical studies)

**দ্বিতীয় পর্ব :** বিদ্যালয়ের কাজ (School Assignment) বা পরীক্ষার কাজ (Practical works)

**প্রথম পর্ব :** বাড়ীর কাজ—বাড়ীর কাজের জন্য শিক্ষক শিক্ষার্থীকে কিছু প্রশ্নের উত্তর লিখতে দেন এবং সেই সঙ্গে Reference বই-এর নাম ও পাতার নম্বর উল্লেখ করে দেন। শিক্ষকের নির্দেশমত শিক্ষার্থী বই পড়ে এবং উত্তর তৈরি করে নোট বই-এ লিখে এনে শিক্ষককে দেখায়। উত্তরগুলি সঠিক হ'লে তিনি শিক্ষার্থীকে দ্বিতীয় পর্বের কাজ করবার অনুমতি দেন, আর সঠিক না হ'লে সেগুলি পুনরায় লিখে আনতে বলেন।

**দ্বিতীয় পর্ব :** বিদ্যালয়ের কাজ—বিদ্যালয়ের কাজ হিসাবে শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাগারে পরীক্ষা সম্পাদন করে এবং শিক্ষকের প্রশ্নের উত্তর দেয়। শিক্ষক দ্রুত,

বিপজ্জনক এক মূল্যবান যন্ত্রপাতি সংবলিত পরীক্ষাগুলি প্রতিপাদক পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীকে ক'রে দেখান এবং অপেক্ষাকৃত সহজ পরীক্ষাগুলি ছাত্রদের করতে দেন। সমগ্র ব্যবস্থা নীচে ছকের সাহায্যে দেখানো হ'ল।



### Assignment নির্বাচন, বন্টন ও পরিচালনার উত্তম উপায়

#### ৥ নির্বাচন ও বন্টন ॥

(১) শিক্ষাবর্ষের কার্যকরী সময় এবং পাঠ্যক্রম অনুযায়ী Assignment-এর সংখ্যা নির্দিষ্ট করতে হবে এবং সেই সঙ্গে প্রত্যেক Assignment-এর জন্য প্রয়োজনীয় সময় ( এক সপ্তাহ হ'লে ভাল হয় ) ঠিক করতে হবে।

(২) ছাত্রদের মেধা ও সামর্থ্যের দিকে লক্ষ্য রেখে Assignment-এর কঠিনমাত্রা ঠিক করতে হবে। ব্যক্তিগতভাবে Assignment দেবার নিয়ম হলেও, ক্ষেত্রবিশেষে দলগতভাবে সমঝোতাসম্পন্ন কয়েকজন শিক্ষার্থীকে একত্রে Assignment দেওয়া যেতে পারে। কারও কারও মতে দলগতভাবে বিভিন্ন মেধা ও যোগ্যতার কয়েকজন ছাত্রকে একত্রে Assignment দেওয়া যেতে পারে। সেক্ষেত্রে সর্বাধিক এই, কঠিন পরীক্ষাগারগুলি ভাল ছাত্ররা এবং সহজ পরীক্ষাগারগুলি নিন্ম মেধার ছাত্ররা সম্পন্ন করবে।

#### ৥ পরিচালনা ॥

(১) পাঠ্যপুস্তকের উল্লেখ—অধ্যাপক ঘনশ্যাম দাশের মতে Assignment-এর ভিত্তি হিসাবে একটি পাঠ্যপুস্তক ব্যবহার করতে হবে এবং অতিরিক্ত পাঠের জন্য অন্য

পুস্তকের উল্লেখ করতে হবে। সব ক্ষেত্রে বইয়ের নাম, লেখকের নাম, পাতার নম্বর, এমন কি, প্রয়োজনে অনুচ্ছেদের কথা উল্লেখ করতে হবে।

(২) প্রশ্ন—প্রশ্নের বিষয়বস্তু উদ্দেশ্যভিত্তিক হবে, ভাষা স্পষ্ট হবে, কাঠিন্যের মাত্রা ছাত্রদের সামর্থ্য অনুযায়ী হবে এবং প্রশ্নের উত্তর সংক্ষিপ্ত হবে। ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতির নাম ও যন্ত্রপাতির ব্যবহার সম্পর্কে প্রশ্ন থাকবে। সেই সঙ্গে থাকবে কিছু অক্ষনমূলক প্রশ্ন।

(৩) নির্দেশপত্র—পরীক্ষামূলক Assignment-এর নির্দেশপত্রে উল্লেখ থাকবে যন্ত্রপাতির বিবরণ, কাজ করবার পদ্ধতি, ফল লিপিবদ্ধ করবার নিয়ম, কি ধরনের সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে এবং ক্ষেত্রবিশেষে যন্ত্রপাতি সংজ্ঞিত করবার প্রয়োজনীয় চিত্র ইত্যাদি।

(৪) পরীক্ষাগারের অবস্থা—বাড়ীর Assignment দেবার আগে শিক্ষক দেখে নেবেন পরীক্ষাগারে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও বিকারগদুলি সব আছে কি না।

(৫) পরিদর্শন—পরীক্ষা চলাকালীন শিক্ষক পরীক্ষা পরিদর্শন করবেন এবং প্রয়োজনে সাহায্য করবেন। শিক্ষার্থীরা যথাযথ পদ্ধতি অনুসরণ করছে কি না জানবার জন্য মৌখিকভাবে তাদের প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন। শিক্ষার্থীরা নোটবই লেখার কাজ পরীক্ষাগারেই শেষ করবে। একটি Assignment শেষ না হলে পরবর্তী Assignment তাদের দেওয়া হবে না।

(৬) Assignment-ভিত্তিক বিদ্যালয় শিক্ষা—যদি বিদ্যালয়ের সমস্ত শিক্ষক Assignment পদ্ধতি অবলম্বন করেন, তাহলে সমগ্র শিক্ষা-ব্যবস্থা আরও ফলপ্রসূ হতে পারে।

### II Assignment পদ্ধতির সুবিধা II

Assignment পদ্ধতি পরীক্ষাগার এবং প্রতিপাদক পদ্ধতির সমন্বয়ে গঠিত বলে উভয় পদ্ধতির সুবিধাগদুলি Assignment পদ্ধতিতে বর্তমান। তাছাড়া এই পদ্ধতিতে পরীক্ষাভিত্তিক তাত্ত্বিক পাঠের ব্যবস্থা আছে। এই পদ্ধতির বিশেষ সুবিধাগদুলি হল—

(১) বিজ্ঞান শিক্ষার অনেক উদ্দেশ্য এই পদ্ধতিতে সাধিত হয়, যেমন—

(ক) জ্ঞান ও ধারণা—এই পদ্ধতিতে তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক উভয় ধরনের জ্ঞান ও ধারণা লাভের সুযোগ আছে।

(খ) দক্ষতা—নিজ হাতে পরীক্ষা সম্পাদন ও ফলের সংযাখ্যান করতে হয় বলে শিক্ষার্থীর দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

(গ) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী—এই পদ্ধতিতে পরীক্ষার মাধ্যমে বিজ্ঞানের জ্ঞান যাচাই করতে হয় বলে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটে।

(ঘ) আগ্রহ—পরীক্ষার তাত্ত্বিক পাঠের জন্য শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন ধরনের বই পড়তে হয় বলে তার আগ্রহের বিকাশ ঘটে।

(২) এই পদ্ধতিতে শিক্ষালাভ করতে গিয়ে অনেক সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটে, যেমন—

(ক) শিক্ষার্থীর আত্মনির্ভরতা ও আত্মবিশ্বাস বৃদ্ধি পায়। শিক্ষার্থী কষ্ট-সহিষ্ণু হয় এবং শ্রমের প্রতি মর্যাদাশীল হয়।

(খ) সহপাঠী ও শিক্ষকের সঙ্গে তার প্রীতির সম্পর্ক গড়ে ওঠে পারস্পরিক সহযোগিতার মাধ্যমে।

(৩) পরীক্ষাগারের প্রশাসনিক দিক থেকেও কিছু সুবিধা আছে। যেমন—

(ক) কঠিন ও বিপজ্জনক পরীক্ষাগুলি শিক্ষক নিজে করে দিতে পারেন।

(খ) আর্থিক সুবিধা—এই পদ্ধতিতে একই সময়ে বিভিন্ন শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন পরীক্ষা করতে দেওয়া হয় বলে একই জাতীয় যন্ত্রপাতি একই সময়ে সকলের জন্য লাগে না।

(গ) শিক্ষার্থীর কাজের সুবিধা—যেহেতু শিক্ষার্থী নিজের সামর্থ্য অনুযায়ী বিভিন্ন কাজ করে; ভাল ছাত্রদের অগ্রগতি অন্যান্যদের দ্বারা ব্যাহত হয় না।

(৪) মূল্যায়ন—এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর তাত্ত্বিক এবং ব্যবহারিক পাঠের মূল্যায়ন প্রায় সঙ্গে সঙ্গে হয়ে যায়। মূল্যায়নের ভিত্তিতে শিক্ষক প্রত্যেক শিক্ষার্থীর পাঠোন্নতির লেখচিত্র অঙ্কন করেন। মূল্যায়নের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীর দুর্বলতা নির্ণয় করা যায় এবং প্রতিকারমূলক শিক্ষার ব্যবস্থা (Remedial Teaching) করা যায়।

## II অসুবিধা II

১। এই পদ্ধতিতে পাঠ-পরিচালনার জন্য উপযুক্ত পাঠ্য পুস্তকের ভীষণ অভাব।

২। এই পদ্ধতির সাফল্য অনেকখানি নির্ভর করে সুপরিকল্পিত Assignment-এর উপর। কর্মব্যস্ত শিক্ষকের পক্ষে অনেক সময় পাঠ-পরিকল্পনা করা সম্ভব হয় না।

৩। এই পদ্ধতিতে সময়ের প্রয়োজন কোন অংশেই কম নয়।

৪। এই পদ্ধতিতে গ্রন্থসমৃদ্ধ পাঠাগার এবং সুসজ্জিত পরীক্ষাগারের প্রয়োজন। আমাদের মত গরীব দেশের পক্ষে এই পদ্ধতিতে পাঠদান করা অনেক অসুবিধাজনক।

৫। ভাল শিক্ষার্থীর নোটবুক অন্যান্য শিক্ষার্থীরা নকল করতে পারে।

৬। নির্দেশপত্রগুলি ভাষামূলক হওয়ায় সকলের পক্ষে সহজবোধ্য হয় না।

৭। পরীক্ষার সুযোগবিহীন বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু এই পদ্ধতিতে অবহেলিত হয়ে থাকে।

## II আমাদের বিদ্যালয়ে Assignment পদ্ধতি ব্যবহার সম্পর্কে মতামত II

Assignment পদ্ধতির মূল কথা হ'ল পরীক্ষাগারের পরীক্ষাকে কেন্দ্র করেই বিজ্ঞানের সব পড়াশুনা চলবে, এমন কি তাত্ত্বিক বিষয়গুলিও। সেদিক থেকে কিছু বলবার নেই।



(ক) কিন্তু কথা হল, আমাদের বিদ্যালয়ে পরীক্ষাগার ও যন্ত্রপাতির অসুবিধা থাকতে ও বিজ্ঞান-শিক্ষকের সংখ্যা আনুপাতিকভাবে কম হওয়ায় এই পদ্ধতি-পরিচালনাতে বেশ অসুবিধা দেখা দেবে।

(খ) দেশের বিভিন্ন বিদ্যালয়ের বিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী পর্যালোচনা করলে দেখা যাবে, বিজ্ঞানে এমন অনেক বিষয় আছে যা বিদ্যালয়ে পরীক্ষা করে দেখানো যাবে না এবং এমন বিষয় আছে যা শুধুই যুক্তিমূলক, প্রত্যক্ষ পরীক্ষার মাধ্যমে বোঝানো যাবে না। এসব ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি চলতে পারে না।

(গ) বহিঃপরীক্ষার প্রস্তুতি নেবার জন্য বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক অংশের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয় ; সেক্ষেত্রেও এই পদ্ধতি বিশেষ কাজে লাগে না।

(ঘ) এছাড়া পদ্ধতির শ্রেণীবিন্যাস শিক্ষা-ব্যবস্থার ধারণা বর্তমান বিদ্যালয়গুলির ক্ষেত্রে অচল।

তবে শ্রেণীশিক্ষার ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিকে আংশিকভাবে প্রয়োগ করা যায়, বিদ্যালয়ের উপরের শ্রেণীগুলিতে। আমাদের বিদ্যালয়ে বাৎসরিক ( Half-yearly ) ভিত্তিতে পাঠক্রমকে ভাগ করা হয়। আমরা মাসিক ভিত্তিতে ভেঙ্গে নিতে পারি। কোন নতুন পাঠ শুরুর করার সময় প্রস্তুতি-পর্বে, পাঠদান করার সময় কোন সমস্যা-সমাধানে অথবা পাঠের শেষে মূল্যায়নের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিকে আংশিকভাবে প্রয়োগ করতে পারি।

## ॥ Assignment-এর উদাহরণ ॥

প্রতিফলনের দ্বিতীয় সূত্রের সত্যতা-নিরূপণ ( Verification of the 2nd law of reflection of light )।

শ্রেণী—নবম।

উদ্দেশ্য ও উপকরণ—[ প্রশিক্ষার্থীকে উল্লেখ করতে অনুরোধ করা হচ্ছে ]

বাড়ীর কাজ বা প্রস্তুতি পর্বের প্রশ্ন ( Questions in the preparatory stage )—বাড়ী থেকে প্রশ্নের উত্তরগুলি লিখে আনবে।

(ক) আলোর প্রতিফলন বলতে কি বোঝ?

(খ) একটি আলোকরশ্মি লম্বভাবে এবং অপরটি তির্যকভাবে সমতল-দর্পণে

পড়লে কি হবে?

(গ) আপতিত এবং প্রতিফলিত রশ্মি কাকে বলে?

(ঘ) আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ কাকে বলে?

(ঙ) প্রতিফলনের দ্বিতীয় সূত্রটি কি?

(চ) প্রতিফলনের প্রথম সূত্রটি কি?

(ছ) মোটর গাড়ীর চালকের সামনে সমতল দর্পণ থাকে কেন?

## ॥ সংকেতলিপি ॥

পাঠ্য পুস্তক : ভৌত বিজ্ঞান ( নবম শ্রেণীর পাঠ্য )

লেখক : বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

পাতার নম্বর : ৭৫-৭৬

বিশেষ পুস্তক : Intermediate Physics, Part I

লেখক : Basu & Chatterjee.

পাতার নম্বর : 422-425

### পরীক্ষণমূলক স্তরের নির্দেশ (Instruction for experiments)

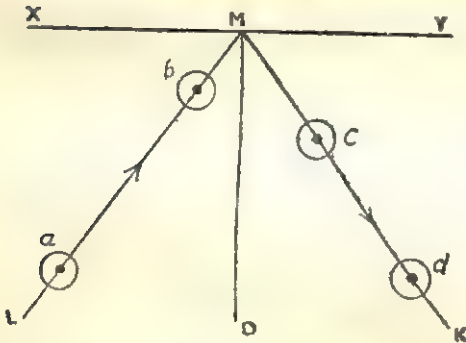
তোমাকে একটি সমতল দর্পণ, একটি বোর্ড, চারটি বোর্ড পিন এবং চারটি ছোয়ার পিন দেওয়া হ'ল। তুমি

(১) বোর্ডের উপর একটি সাদা কাগজ বোর্ড পিন দিয়ে আটকাও।

(২) কাগজের উপর একটি সরল রেখা  $X Y$  টান।

(৩) বোর্ডের উপর  $X Y$  রেখা বরাবর দর্পণ বসায়।

(৪) দর্পণের সামনে 4 cm. কিংবা 5 cm. দূরে দু'টি পিন এমনভাবে আটকাও, যাতে পিন দু'টির পাদবিন্দু সংযোগকারী সরলরেখা,  $X Y$  রেখাকে তির্যকভাবে ছেদ করে।



(৫) আর একদিকে দু'টি পিন এমনভাবে বসায় যেন এই পিন দু'টির সঙ্গে আগের পিন দু'টির প্রতিবিন্দু একই সরলরেখায় থাকে।

(৬) a, b, c, d দিয়ে চারটি পিনের পাদবিন্দু চিহ্নিত কর।

(৭) a b এবং c d যোগ ক'রে দর্পণের দিকে বর্ধিত কর।

(৮) এই দু'টি সরলরেখা (a b এবং c d)  $X Y$  রেখার উপর যে বিন্দুতে (ধরা যাক M) মিলিত হ'ল, সেই বিন্দুতে (অর্থাৎ M বিন্দুতে)  $X Y$  রেখার উপর MD লম্ব টান। তাহলে তুমি চিত্র পাবে।

(৯)  $\angle DML$  = আপাতন কোণ এবং  $\angle KMD$  = প্রতিফলন কোণ, খাতায় লিখে নাও।

(১০) a b আপাতিত রশ্মি এবং c d প্রতিফলিত দিক্ চিহ্নিত কর।

(১১) ঠিক হ'ল কি না শিক্ষককে দেখিয়ে নাও।

(১২) আর কয়েকবার পরীক্ষা ক'রে নিশ্চয়রূপে খাতায় লেখ।

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	আপাতন কোণ ( )°	প্রতিফলন কোণ ( )°	মন্তব্য	সূত্র
১				
২				
৩				

(১৩) পরীক্ষার কাগজটি খাতার আটকাও।

(১৪) পরীক্ষা-পদ্ধতি দেখ।

## ৭। কার্যসমস্যা পদ্ধতি

### (Project Method)

শিক্ষার্থীর চারিপাশের ভৌত পরিবেশের মধ্যে বিজ্ঞানের শিক্ষণীয় বিষয়গুলি ছড়িয়ে আছে। কিন্তু বিদ্যালয়ের চার দেওয়ালের মধ্যে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু অধিকাংশ সময় উপস্থাপিত করা হয় মৌখিকভাবে, চিত্রের সাহায্যে বা কোন বিকল্প বা কৃত্রিম ব্যবহার সাহায্যে। তবে এ কথা সত্য যে, যে পরিবেশ ও সমাজ শিক্ষার্থীর জীবনকে নিয়ন্ত্রণ করে তার সাথে শিক্ষার্থীর প্রত্যক্ষ যোগাযোগ ঘটিয়ে শিক্ষা দিলে বিজ্ঞান শিক্ষার উৎকর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং শিক্ষার্থী আগ্রহী হয়। কার্যসমস্যা পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দেবার সময় সেই চেষ্টাই করা হয়। কার্যসমস্যা পদ্ধতি দলগত শিক্ষা পদ্ধতির অন্তর্ভুক্ত হ'লেও ব্যক্তিগতভাবে এখানে অবহেলিত নয়।

কার্যসমস্যা পদ্ধতির একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য হ'ল শিক্ষণীয় বিষয়কে শিক্ষার্থীর নিকট সমস্যার আকারে উপস্থাপিত করা; যে সমস্যার ভিত্তি হ'ল প্রাত্যহিক জীবনের সমস্যা এবং সমস্যা-সমাধানের জন্য শিক্ষার্থীর সাথে পরিবেশের যোগাযোগ ঘটানো।

কার্যসমস্যা পদ্ধতির আর কয়েকটি দিক হ'ল শিক্ষায় সক্রিয়তা ও স্বাধীনতা আনয়ন এবং বিদ্যালয়ের সাথে সমাজের প্রয়োজনভিত্তিক যোগাযোগ ঘটিয়ে শিক্ষাকে সমাজমুখী করে তোলা এবং পদ্ধতিকেন্দ্রিক শিক্ষার সংকীর্ণতা থেকে শিক্ষাকে মুক্ত করা।

কার্যসমস্যা পদ্ধতির ঐতিহাসিক ভিত্তি হ'ল জন ডিউই'র সমস্যা ও সক্রিয়তাবাদ। বিংশ শতাব্দীতে শিক্ষাক্ষেত্রে শিশুর সক্রিয়তাকে স্থান দেবার জন্য বারী পরীক্ষা-নিরীক্ষা

করেছেন ডিউই তাঁদের পথিকৃৎ। ডিউই তাঁর “সমস্যা-সমাধান” পদ্ধতিতে শিক্ষায় সক্রিয়তার উপর গুরুত্ব স্থাপন করেন। ডিউই’র “সমস্যা-সমাধান” পদ্ধতিকে ভিত্তি করে তাঁর শিষ্য ডঃ কিলপ্যাটার্চক্ কার্যসমস্যা পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। কার্যসমস্যার ইংরাজী অর্থ হল “প্রোজেক্ট”। প্রোজেক্টের আধুনিক অর্থ অত্যন্ত ব্যাপক। শিক্ষাক্ষেত্রে প্রোজেক্টের সংজ্ঞা নিরূপণ করতে গিয়ে ডঃ কিলপ্যাটার্চক্ বললেন—“Project is a whole hearted purposeful activity proceeding in a social environment”—অর্থাৎ “প্রোজেক্ট হ’ল উদ্দেশ্যমূলক কাজ যা সামাজিক পরিবেশে সর্বান্তঃকরণে করতে হয়।” ডিউই-এর অপর একজন শিষ্য স্টিভেনশন আরও সহজ ক’রে বললেন—“A project is a problematic act carried to completion in its natural setting.”—অর্থাৎ “প্রোজেক্ট হ’ল একটা সমস্যামূলক কাজ, যা তার স্বাভাবিক পরিবেশে রেখে সম্পন্ন করতে হয়।” ব্রিটিশ শিক্ষাবিদ ব্যালার্ড বললেন—“... (Project is) a bit of real life that has been imparted into the school”. অর্থাৎ প্রোজেক্ট হ’ল “বিদ্যালয়ে সঞ্চারিত প্রকৃত জীবনের অংশ”। F. Theodore-এ’র মতে : “Project aims at bringing unity out of what might otherwise be bewilderment.” অর্থাৎ “প্রোজেক্ট বিচিত্রধর্মী কাজের মধ্যে এক্য আনতে পারে...”

### ॥ প্রোজেক্টের বৈশিষ্ট্য ॥

প্রোজেক্ট পদ্ধতি সম্পর্কে বিশিষ্ট শিক্ষাবিদদের দেওয়া সংজ্ঞাগুলি বিশ্লেষণ করলে দেখা যাবে—

- (১) প্রত্যেক প্রোজেক্ট পদ্ধতির প্রতিটি কাজের পিছনে থাকবে একটি সমস্যা।
- (২) প্রতিটি সমস্যার পিছনে থাকবে উদ্দেশ্য।
- (৩) উদ্দেশ্যের সঙ্গে থাকবে জীবনের যোগসূত্র অর্থাৎ উদ্দেশ্য হবে বাস্তবধর্মী।
- (৪) সমস্যাটি, শিক্ষার্থীর উপর চাপিয়ে দেবার পরিবর্তে, স্বতঃস্ফূর্তভাবে আসবে।
- (৫) প্রোজেক্টের কাজ শিক্ষার্থীকে সম্পন্ন করতে হবে স্বাভাবিক পটভূমিকায়, অন্যভাবে বলতে গেলে, সামাজিক পরিবেশে আন্তরিকতার সঙ্গে।
- (৬) প্রোজেক্টের কাজ সম্পন্ন করতে হ’বে।
- (৭) প্রোজেক্টের কাজের সঙ্গে বিভিন্ন জ্ঞানের সমন্বয়সাধন করতে হবে।
- (৮) পদ্ধতিগত বিদ্যার পরিবর্তে কাজের মাধ্যমে বিদ্যা অর্জন করতে হবে।

মুদ্রালিয়ার কমিশন যথার্থই বলেছেন—প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে কাজের মাধ্যমে “Bookish Schools” পরিণত হবে “Work Schools”—এ।

### ॥ প্রোজেক্টের শ্রেণীবিভাগ ॥

- ॥ ক ॥ উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে প্রোজেক্ট চার ধরনের হতে পারে।



(১) উৎপাদন-ধর্মী প্রোজেক্ট (Producer's Project)—সৃজনধর্মী কাজ এই প্রোজেক্টের অন্তর্গত।

(২) ভোগ্য প্রোজেক্ট (Consumer's Project)—যে প্রোজেক্টে কোন কিছু দেখা, শোনা বা উপভোগ করা হয়; যেমন—রোডিওতে বক্তৃতা শোনা, শিক্ষামূলক ফিল্মে বিজ্ঞানের পরীক্ষা দেখা, শ্রেণীতে শিক্ষকের ডেমন্স্ট্রেশন দেখা।

(৩) সমস্যামূলক প্রোজেক্ট (Problem Project)—কিভাবে ফ্যাক্টরীতে বরফ তৈরি হয়, কিভাবে জল-বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়—এই জাতীয় সমস্যামূলক প্রোজেক্ট।

(৪) শিক্ষামূলক প্রোজেক্ট (Skill Project)—যে প্রোজেক্টে কাজের মাধ্যমে দক্ষতা অর্জন করতে হয়; যেমন—উদ্যান রচনা করা, রোডিও তৈরি করা, সাবান তৈরি করা ইত্যাদি।

॥ খ ॥ অংশগ্রহণের দিক্ থেকে প্রোজেক্টকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়—

(১) ব্যক্তিগত প্রচেষ্টামূলক প্রজেক্ট।

(২) সমবেত প্রচেষ্টামূলক প্রজেক্ট।

॥ গ ॥ সক্রিয়তার দিক্ থেকে প্রোজেক্টকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়—

(১) দৈহিক সক্রিয়তামূলক প্রোজেক্ট।

(২) মানসিক সক্রিয়তামূলক প্রোজেক্ট।

অবশ্য এই সব প্রভেদ মেনে কোন প্রোজেক্ট গ্রহণ করা সম্ভব নয়। তবে কার্যসমস্যায় আমরা দৈহিক কাজের উপর অধিক গুরুত্ব দেব এবং দক্ষতা-অর্জনমূলক প্রোজেক্ট নিয়েই আলোচনা করব।

॥ কার্যসমস্যা-পদ্ধতির আবশ্যিক উপকরণ ॥

(ক) গণতান্ত্রিক মনোভাব, ব্যাপক অভিজ্ঞতা ও কর্মদক্ষতা-সম্পন্ন উৎসাহী ও উদ্যোগী বিজ্ঞান-শিক্ষক।

(খ) শৃংখলা-পরায়ণ স্বল্পসংখ্যক শিক্ষার্থী।

(গ) বিদ্যালয় এবং শিক্ষার্থীর আর্থিক স্বাচ্ছন্দ্য।

(ঘ) উপযুক্ত পাঠ্যপুস্তক ও নমনীয় (Flexible) পাঠ্যক্রম ও সময়-পত্রিকা।

(ঙ) সামাজিক সহযোগিতা।

**প্রোজেক্টের বিভিন্ন ধাপ (Steps involved in a Project)**—প্রোজেক্টের সার্থক রূপায়ণের জন্য ষটকগুলি ধাপে পর পর অগ্রসর হতে হয়। প্রত্যেকটি স্তরে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর বিভিন্ন অনুপাতে সহযোগিতা প্রয়োজন। কর্মসম্পাদনের ধাপ ছাড়া প্রতি ধাপে কাজের বর্ণনা বা আলোচনা দায়িত্বপ্রাপ্ত কোন শিক্ষার্থী লিপিবদ্ধ করবে।

[১] উদ্দেশ্য স্থাপন (Choosing and purposing —শিক্ষার্থীরা তাদের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে কোন প্রোজেক্টের প্রস্তাব দিতে পারে। শিক্ষার্থীর কোন অভিজ্ঞতা না থাকলে শিক্ষক শ্রেণীকক্ষের পাঠের মাধ্যমে অথবা বিজ্ঞান-মেলা বা

বিজ্ঞান-ক্লাব পরিচালনা প্রসঙ্গে তাদের উপযুক্ত অভিজ্ঞতাক্রমে সাহায্য করতে পারেন। শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর সচেতন আলোচনার ভিত্তিতে কোন একটি প্রোজেক্ট চূড়ান্তভাবে গ্রহণ করা হবে। এক্ষেত্রে শিক্ষক উপদেষ্টার ভূমিকা নেবেন এবং শিক্ষার্থীদের স্বাধীন ও আন্তরিক আলোচনার সুযোগ করে দেবেন।

[২] পরিকল্পনা প্রণয়ন (Planning)—প্রোজেক্ট নির্দিষ্ট হবার পর শিক্ষার্থীরা প্রোজেক্ট সম্পাদনের পরিকল্পনা করবে শিক্ষকের তত্ত্বাবধানে। ছাত্রদের দ্বারা পরিকল্পনা অথবা সময়ের অপচয় রোধ করতে শিক্ষক তাঁর অভিজ্ঞ পরামর্শ দিতে পারেন। প্রোজেক্ট বড় হ'লে এবং শিক্ষার্থীর সংখ্যা বেশী হলে কাজের গুরুত্ব ও পরিপ্রথম অনুসারে এবং ছাত্রদের যোগ্যতা অনুযায়ী কয়েকটি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দলে ছাত্রদের ভাগ করা যেতে পারে এবং প্রত্যেক দলের কাজ নির্দিষ্ট করা যেতে পারে।

[৩] কর্মসম্পাদন (Execution)—স্তরটি কর্মমূলক। কাজের পরিকল্পনা অনুসারে প্রত্যেক শিক্ষার্থী কাজে সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে এবং সাধ্যানুযায়ী কিছু-না-কিছু করে। ছাত্রদের অনেক অসুবিধা দেখা দেয় এবং ভুল হয় আবার কিছু ছাত্র ফাঁকি দিতে পারে। শিক্ষকের কর্তব্য হ'ল ছাত্রদের কাজ পরিদর্শন করা, পরামর্শ ও উৎসাহ দেওয়া এবং প্রয়োজনে সহযোগিতা করা এবং কোন অবস্থাতেই প্রভাব বিস্তার না করা। কাজের শেষে প্রতিটি ছাত্র তার কাজের বিবরণ লিপিবদ্ধ করবে।

[৪] আলোচনা ও মূল্যায়ন (Discussion & Evaluation)—যে কোন উদ্দেশ্যমূলক কাজের শেষে মূল্যায়ন প্রয়োজন—যেমন উদ্দেশ্য অনুসারে কতটুকু কাজ করা গেল এবং কতটুকু করা গেল না? কেন গেল না? প্রতিকারের উপায় কি? ইত্যাদি। সুতরাং প্রোজেক্টের কাজের শেষে মূল্যায়ন হবে এবং শিক্ষার্থীরা আত্ম-সমীক্ষা করবে। কিন্তু তাদের অভিজ্ঞতার গভীরতা কম বলে শিক্ষককে মূল্যায়ন বা সমীক্ষার ক্ষেত্রে অধিকতর সক্রিয় ভূমিকা নিতে হবে। পরিকল্পনা অনুসারে কোন শিক্ষার্থীই হয়ত ঠিক ঠিক কাজ করে উঠতে পারবে না। শিক্ষক তাদের ভুল সহানুভূতির সঙ্গে নির্দেশ করবেন এবং তাঁর মূল্যবান অভিজ্ঞতা দিয়ে সেগুণি সংশোধন করবার উপায় বলে দেবেন। শিক্ষক তাদের অভিজ্ঞতাকে তাত্ত্বিক পাঠে প্রয়োগ করবেন। শিক্ষার্থীরা তাদের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে মডেল তৈরি করবে, চার্ট অঙ্কন করবে এবং প্রবন্ধ লিখবে।

### ১। প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে শিক্ষকের ভূমিকা ॥

[১] প্রোজেক্ট নির্বাচনে, পরিকল্পনা রূপায়ণে এবং মূল্যায়নে শিক্ষার্থীদের আলোচনার জন্য শিক্ষক গণতান্ত্রিক পরিবেশ সৃষ্টি করবেন। তিনি তাঁর অভিজ্ঞতার সাহায্যে ছাত্রদের সঠিক আলোচনা করতে সাহায্য করবেন এবং প্রয়োজনে তাদের ভুল সংশোধন করবেন।

(২) শিক্ষার্থীদের যোগ্যতা অনুসারে কাজ বণ্টন করবেন।

(৩) কর্ম-সম্পাদনের সময় তাদের কাজের প্রতি লক্ষ্য রাখবেন। শিক্ষার্থীদের

উপর প্রভাব বিস্তার না করে বরং তাদের উৎসাহ দেবার জন্য তিনি নিজেও কাজে অংশগ্রহণ করবেন।

(৪) প্রোজেক্টের অভিজ্ঞতাকে কাজে লাগাবার জন্য তিনি শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন।

॥ প্রোজেক্ট পদ্ধতির সুবিধা ॥

(১) প্রোজেক্ট পদ্ধতির মনস্তাত্ত্বিক ভিত্তি (Psychological Basis — এই পদ্ধতি “কাজের মাধ্যমে শিক্ষা” নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। শিক্ষার্থী স্বাভাবিক পরিবেশে কাজের মাধ্যমে বিজ্ঞানসহ অন্যান্য বিষয়ে জ্ঞানলাভ করতে পারে। কাজের মাধ্যমে শিক্ষার সূত্র তিনটি—প্রস্তুতি, অনুশীলন ও ফলভোগের সূত্র।

**প্রস্তুতি**—শিক্ষার্থী তার স্বাভাবিক চাহিদা এবং শিক্ষকের অনুপ্রেরণা দ্বারা উদ্বুদ্ধ হয়ে গণতান্ত্রিক পরিবেশে প্রোজেক্ট নির্বাচন করে শিক্ষালাভে আগ্রহী হয়।

**অনুশীলন**—তারপর শিক্ষার্থী তার পূর্ব অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে প্রচেষ্টা ও ভুলের মাধ্যমে সক্রিয়ভাবে শিক্ষালাভ করবার চেষ্টা করে। ভুল সংশোধন এবং অসুবিধা লাঘব করবার জন্য শিক্ষক সহযোগিতা করেন এবং উপদেশ দিয়ে থাকেন।

**ফলভোগ**—সক্রিয় কাজের মাধ্যমে উদ্দেশ্য অনুযায়ী যে কোন অনুপাতে সাফল্য লাভ করলেই তরুণ শিক্ষার্থী আনন্দ অনুভব করে।

(২) সামাজিক ভিত্তি (Social Basis)—প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে কতকগুলি সামাজিক সুবিধা পাওয়া যায়, যেমন—

(ক) বিদ্যালয়ের সঙ্গে বাহ্যিকজগতের ব্যবধান কমে আসে। বিদ্যালয়ের বাইরে প্রোজেক্টের কাজ করতে গেলে শিক্ষার্থী শুধু বিষয়-জ্ঞান লাভ করে না, সে সমাজের বিভিন্ন মানুষের সঙ্গে কাজের মাধ্যমে পরিচিত হয়, পরিবেশকে আরও ভালভাবে চিনতে পারে। ভবিষ্যৎ জীবনে বিভিন্ন স্তরের মানুষ ও পরিবেশের সঙ্গে সংগতি-বিধানের শিক্ষা সে এইভাবে বিদ্যালয়-জীবনেই পেয়ে যায়।

(খ) প্রোজেক্টে দলগত এবং ব্যক্তিগত কাজের সুযোগ থাকায় শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বের বিকাশ হয়, আত্মনির্ভরতা, শারীরিক ও মানসিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায় এবং শ্রমের প্রতি শ্রদ্ধা জাগে। দলগত কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী ঐক্যবন্ধ ও গণতান্ত্রিক জীবন যাপনের শিক্ষা পায়। তার মধ্যে পারস্পরিক সহযোগিতা, শ্রদ্ধা, সেবা ও দলানুগত্যের মনোভাব গড়ে উঠে।

(গ) সমাজ-জীবনে চিন্তানায়কদের মত শিক্ষক এখানে ভাবী নাগরিকদের চিন্তাধারাকে নিয়ন্ত্রিত করেন, পথপ্রদর্শন করেন। প্রোজেক্টের সামাজিক পটভূমিতে শিক্ষক এবং শিক্ষার্থীর আত্মিক ও প্রীতির বন্ধন (Rapport) সৃষ্টি হয়।

(ঘ) শিক্ষার্থীর বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ ঘটে এবং শিক্ষার্থী বিভিন্ন বৃত্তির উপযোগী হয়ে উঠে।

(৩) বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য রূপায়ণে (Realisation of the objectives of Teaching Science)—

(ক) দক্ষতা—নিজ হাতে কাজ করতে হয়, ছবি আঁকতে হয়, রিপোর্ট লিখতে হয় বলে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

(খ) আগ্রহ—শিক্ষার্থী আলোচনার অংশগ্রহণ করে, বই পড়ে, ভ্রমণ করে, রিপোর্ট লেখে, মডেল তৈরি করে—ফলে শিক্ষার্থীর আগ্রহ ও সৃজনাত্মক ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

(গ) জ্ঞান—শিক্ষার্থী পরিবেশের অনেক বৈজ্ঞানিক তথ্য সম্পর্কে অবহিত হয় এবং নতুন যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচিত হয় বলে শিক্ষার্থীর জ্ঞান বৃদ্ধি হয়।

(৪) দার্শনিক ভিত্তি (Philosophical Basis)—প্রোজেক্টের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর দৈহিক, মানসিক ও নৈতিক শিক্ষা সংঘটিত হয়। সূত্রাং প্রোজেক্টের জীবনকেন্দ্রিক সক্রিয়তার সঙ্গে শৃঙ্খল বিজ্ঞানের নয়, অন্যান্য পাঠ্য বিষয়ের এবং আদর্শেরও অনুরোধ (correlation) সৃষ্টি হয়। প্রোজেক্ট পদ্ধতির পরিকল্পনা ও মূল্যায়ন যে কোন আদর্শ শিক্ষা-পদ্ধতির ক্ষেত্রে সমভাবে প্রযোজ্য। তাই মনোরম মতে, প্রোজেক্ট হ'ল “শিক্ষা-দর্শন” বা “Philosophy of Education”।

## ॥ অসুবিধা ॥

(১) পাঠ্যসূচীর অসুবিধা—সমগ্র পাঠ্যসূচীকে এই পদ্ধতির আওতায় আনা সম্ভব নয়। বিজ্ঞানপাঠদানের এক পরিপূরক প্রক্রিয়া হিসাবে এই পদ্ধতিতে গ্রহণ করা যেতে পারে।

(২) বিচ্ছিন্ন জ্ঞান—শিক্ষার্থী এই পদ্ধতিতে বৃহত্তর ও ব্যাপক ক্ষেত্রে আবহা জ্ঞানের অধিকারী হয়। কিন্তু বিজ্ঞানের মৌলিক নীতিগুলি সম্পর্কে তার কোন ধারণা জন্মে না। শিক্ষা এক অবিচ্ছেদ্য এবং গতিশীল প্রক্রিয়া। কার্যসমস্যা-পদ্ধতিতে বিষয়গুলি সুসংজ্ঞিত করলেও অভিজ্ঞতাগুলি সাধারণতঃ বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে।

(৩) শিক্ষকের অভিজ্ঞতার অভাব—শিক্ষকের যথার্থ অভিজ্ঞতা ও প্রশিক্ষণ না থাকলে এই পদ্ধতি পরিচালনা অসম্ভব হয়ে পড়ে। তাছাড়া এই পদ্ধতিতে পরিকল্পনা প্রণয়নে ও রূপায়ণে শিক্ষকের অধিক সময় ও শ্রমব্যয় হয়। বিজ্ঞানের বিষয়গত শিক্ষাদানে শিক্ষকের সময় ও সুযোগ অল্প মেলে।

(৪) ব্যয়বাহুল্য ও সময়-পট্টিকার বাধা—যেখানে পাঠক্রম নির্দিষ্ট, সময়-পট্টিকা অনমনীয়, বিদ্যালয়েরও আর্থিক স্বচ্ছলতা নেই, সেখানে প্রোজেক্টের মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া অসুবিধাজনক।

(৫) অধিক ছাত্রসংখ্যা—ছাত্রসংখ্যা অধিক হ'লে একজন শিক্ষকের পক্ষে প্রোজেক্টের কাজে নেতৃত্ব দেওয়া অসুবিধাজনক।



(৬) তরুণ শিক্ষার্থীর মতামত দানের অসুবিধা—অনভিজ্ঞতাহেতু তরুণ শিক্ষার্থীরা স্বাধীন মতামত দিতে অনেক সময় অক্ষম হয়।

(৭) প্রয়োজনীয় পাঠ্যপুস্তকের অভাব—প্রোজেক্ট পদ্ধতি সাধারণ বিজ্ঞান-শিক্ষায় খুব উপযোগী হলেও বিশেষীকৃত বিজ্ঞানে উপযোগী নয়। তাছাড়া প্রোজেক্ট-পদ্ধতিতে পড়াতে গেলে বিষয়বস্তুকে Topic পদ্ধতিতে সজ্জিত করা প্রয়োজন। কিন্তু এইভাবে কোন পাঠ্যপুস্তক সাধারণতঃ লেখা হয় না।

## ॥ কার্যসমস্যা পদ্ধতিকে ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় গ্রহণ করা সম্পর্কে কায়কটিক কথা ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষায় কার্যসমস্যা পদ্ধতিকে এক সময় ব্যাপকভাবে গ্রহণ করা হয়েছে রাশিয়া এবং আমেরিকায়। “প্রকৃতি-পাঠের” কর্মসূচীতে পরিবেশ সম্পর্কে জ্ঞান আহরণে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু এই পদ্ধতিতে তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করা অথবা যুক্তিমূলক সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া শিক্ষার্থীর পক্ষে সম্ভব হয় না বলে রাশিয়ায় এই পদ্ধতিতে মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে আর শিক্ষা দেওয়া হয় না। বিদ্যালয়ের উপরের শ্রেণীতে, যেখানে বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক জ্ঞান আহরণ করা অবশ্যকর্তব্য, সেখানে এই পদ্ধতিকে একমাত্র অবলম্বন করে শিক্ষা দেওয়া অসম্ভব বলে মনে হয়। তাছাড়া প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে শিক্ষা দিতে গেলে যে আবশ্যিক উপকরণ লাগে (আবশ্যিক উপকরণের আলোচনা আগে করা হয়েছে), তা সব বিদ্যালয়ের নেই। তবে কতকগুলি ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি সুবিধাজনক উপায়ে ব্যবহার করা যায়। যেমন—

(১) কোন বিষয়ে প্রাথমিক জ্ঞান বা ধারণা দেবার জন্য সমস্ত শ্রেণীতে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে।

(২) নীচের শ্রেণীতে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে। কারণ সেখানে বাইরের দামী জিনিস-পত্রের প্রয়োজন হয় না।

(৩) ব্যয়-সংকোচের জন্য—প্রোজেক্টের কাজে নিজ পরিবেশের জিনিস যথাসম্ভব ব্যবহার করতে হবে। বিদ্যালয়ের ধারে কাছে যেসব জায়গায় কল-কারখানা আছে বা যেখানে বিজ্ঞানভিত্তিক কর্মসূচী রূপায়ণ করা হয়, সেসব জায়গায় ভ্রমণ করা যেতে পারে। বিদ্যালয়ের চার দেওয়ালের মধ্যেও প্রোজেক্টের কর্মসূচী রূপায়ণ করা যায় বিজ্ঞান-ক্লাব ও বিজ্ঞান-প্রদর্শনীর কাজের মাধ্যমে।

(৪) জ্ঞানের অসম্পূর্ণতা—প্রোজেক্টের শেষে শ্রেণীকক্ষের আলোচনার মাধ্যমে জ্ঞানের অসম্পূর্ণতা বা বিচ্ছিন্নতা দূর করা যায়। প্রোজেক্টের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী যে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন করে সেগুলিকে কাজে লাগিয়ে বিজ্ঞানের জটিল বিষয়গুলি শিক্ষার্থীদের নিকট সহজ উপায়ে উপস্থাপন করা যায়।

(৫) পাঠ্যসূচীর অনমনীয়তা—পাঠ্যসূচীর অনমনীয়তা বা সময়-পরিচালনা (Routine) বাধা-নিষেধ প্রোজেক্টের কাজে অনেক সময় বাধা হয়ে দাঁড়ায়। বিদ্যালয়ের অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত বিজ্ঞানে কোন বহিঃপরীক্ষার ব্যবস্থা নেই। সুতরাং

শিক্ষক প্রয়োজন মত পাঠ্যসূচী পরিবর্তন করে প্রোজেক্টের কাজ রূপায়িত করতে পারেন। সময়-পত্রিকাতেও প্রোজেক্টের জন্য অন্ততঃ সপ্তাহে একদিনের ব্যবস্থা থাকা উচিত।

## ॥ অন্যান্য পদ্ধতির সঙ্গে প্রোজেক্ট পদ্ধতির তুলনা ॥

### (Project and other Methods)

(১) আবিষ্কার কিংবা পরীক্ষাগার পদ্ধতির মত প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে যেমন ব্যক্তিগত শিক্ষার সুযোগ আছে, তেমনি শ্রেণী-শিক্ষার আদর্শে দলগত শিক্ষারও সুযোগ আছে।

(২) অন্যান্য বিজ্ঞান-শিক্ষার পদ্ধতিতে শ্রেণীকক্ষ কিংবা পরীক্ষাগার ব্যবহার করা হয়। এইগুলি হ'ল কৃত্রিম পরিবেশ। কিন্তু প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে যে স্বাভাবিক পরিবেশ সমস্যার উৎস, সেখানে গিয়েই কাজের মাধ্যমে সমস্যাটিকে সমাধান করা হয়। এর ফলে শিক্ষার্থী সামাজিক গুণের অধিকারী হয়।

(৩) অন্যান্য পদ্ধতি অনেকটা নিয়মে বাঁধা এবং পাঠ্যপুস্তকনির্ভর, কিন্তু প্রোজেক্ট পদ্ধতি এনেছে বিজ্ঞান-চর্চায় স্বাধীনতা। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী পাঠ্যপুস্তক অপেক্ষা নিজের ভাবনা-চিন্তার উপর অধিক নির্ভরশীল।

(৪) অন্যান্য শিক্ষা-পদ্ধতিতে শ্রেণী-শিক্ষার কঠোর শৃংখলা ও নিয়মানুবর্তিতা কম বেশী পালন করা হয়, কারণ সেই পদ্ধতিগুলিকে বিদ্যালয়ের চার দেওয়ালের মধ্যেই অনুসরণ করা হয়। কিন্তু প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে অধিকাংশ সময় বিদ্যালয়ের বাইরে কাজ করতে হয় বলে প্রোজেক্ট পদ্ধতি শৃংখলার কঠোরতামুস্ত।

(৫) অন্যান্য শিক্ষা-পদ্ধতিতে অনুবন্ধের সুযোগ কম, কিন্তু প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে অনুবন্ধের সুযোগ অনেক বেশী।

(৬) আবিষ্কার পদ্ধতি বা পরীক্ষাগার পদ্ধতির মত এই পদ্ধতিতেও ব্যয়বাহুল্য আছে, তবে তা অনারাসে নিয়ন্ত্রণযোগ্য।

### ॥ প্রোজেক্ট পদ্ধতি বনাম টীপক পদ্ধতি ॥

[১] প্রোজেক্ট পদ্ধতি হ'ল শিক্ষণ-পদ্ধতি। বিজ্ঞানের বিষয়ের সঙ্গে শিক্ষার্থীর উপলব্ধির যোগাযোগ ঘটবার একটি পদ্ধতি হ'ল প্রোজেক্ট বা কার্যসমস্যা পদ্ধতি।

টীপক পদ্ধতি হ'ল বিষয়বস্তুকে বিন্যাস করবার একটি পদ্ধতি। জীবনকেন্দ্রিক বা পরিবেশকেন্দ্রিক কোন সমস্যাকে ভিত্তি করে বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়বস্তু পরিবেশনের একটা বিশেষ উপায় হ'ল টীপক পদ্ধতি।

[২] প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে লক্ষ্য করা যায় যে, ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষায় প্রোজেক্ট পদ্ধতি প্রয়োগ করলেও প্রোজেক্ট রূপায়ণ করতে গিয়ে শিক্ষার্থীকে ভৌত বিজ্ঞান ছাড়াও আরও অনেক কিছু জানতে বা শিখতে হয়।

সুতরাং প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে পাঠগ্রহণের জন্য যে পাঠ্যসূচী প্রয়োজন, তার বিষয়-বস্তুর বিন্যাস যথাসম্ভব টীপক পদ্ধতিতে হওয়া বাঞ্ছনীয়।

প্রোগ্রামের  
উদাহরণ ১।

পাঠ : “বাই-সাইকেল”  
“Bi-Cycle”  
শ্রেণী : নবম

**প্রথম স্তর :** আধুনিক যুগের যানবাহন সম্পর্কে শিক্ষক শ্রেণীতে প্রসঙ্গ উত্থাপন করবেন। তারপর যানবাহনের সমস্যা সম্পর্কে আলোচনা করবেন। প্রসঙ্গতঃ জিজ্ঞাসা করবেন—সাধারণতঃ শহরে কি কি যানবাহন ব্যবহার করা হয়? পল্লী-অঞ্চলে কি কি যানবাহন ব্যবহার করা হয়? আজ বিদ্যালয়ে আসবার সময় কে কি ধরনের যানবাহন ব্যবহার করেছে? সাইকেলের কথা অনেক ছেলেই বলবে। “হাঁটার চাইতে সাইকেল ব্যবহার করা সুবিধাজনক কেন?” এই সমস্যার সমাধানের জন্য শিক্ষক নিকটবর্তী কোন সাইকেল মোমবাতির দোকানে যাবার প্রস্তাব দেবেন এবং সাইকেলের সঙ্গে আরও যেসব বৈজ্ঞানিক ধারণা এবং সামাজিক ও অর্থনৈতিক বিষয়ের যোগাযোগ রয়েছে তা জানবার জন্য নিকটবর্তী কারিগরী সংস্থা, সাইকেল বিক্রেতা এবং অন্যান্য প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে যোগাযোগ করতে প্রস্তাব দেবেন।

**দ্বিতীয় স্তর :** সাইকেলের দোকানে এবং অন্যত্র গিয়ে কি কি জানতে ও শিখতে হবে এবং কিভাবে যোগাযোগ করতে হবে, সেটা শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর পারস্পরিক আলোচনার ভিত্তিতে স্থির হবে এবং পরে আলোচনা লিপিবদ্ধ করা হবে।

### সাইকেলের দোকানে—

- (ক) গিয়ার হুইল ও ক্রি হুইলের ব্যাসের সম্পর্ক কি?
- (খ) পেডাল উল্টো ঘোরালে সাইকেল পিছনে ঘোরে না কেন?
- (গ) চেন ব্যবহারে সুবিধা কি?
- (ঘ) সাইকেলে ঘর্ষণ নিবারণের জন্য কি কি ব্যবস্থা আছে?
- (ঙ) ব্রেক এবং বেলের লিভারগুলি কিভাবে কাজ করে?
- (চ) টিউবে বাতাস ভরবার জন্য বিশেষ ধরনের পাম্প কেন ব্যবহার করা হয়?
- (ছ) সাইকেল-পাম্প কিভাবে কাজ করে?
- (জ) সাইকেলের বিভিন্ন অংশ খোলা বা লাগাবার সময় কি কি যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়?
- (ঝ) রবারের সঙ্গে রবার কিভাবে জোড়া হয়?
- (ঞ) ভাল টিউবের গঠন এবং কার্য-প্রাণালী। ইত্যাদি।

[ উদ্দেশ্য : যান্ত্রিক জ্ঞান আহরণ করা ]

**সাইকেল ব্যবসায়ীর দোকানে —**(ক) সাইকেলের বিভিন্ন অংশ (Spare parts)

দেল্লের কোথায় কোথায় উৎপন্ন হয়?

- (খ) সাইকেলের বিভিন্ন অংশ কি কি উপাদান দিয়ে তৈরি?
- (গ) বছরে কত নতুন সাইকেল বিক্রি হয়? ইত্যাদি।

[ উদ্দেশ্য : দেশের ধাতু-শিল্পের অগ্রগতি এবং সাইকেলের জনপ্রিয়তা সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা । ]

অভিজ্ঞ ব্যক্তি ও কারিগরী প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে যোগাযোগ করে—(ক) তাদের অঞ্চলে কতগুলি সাইকেল-মেরামতির দোকান ও সাইকেল ব্যবসায়ীর দোকান আছে ?

[ উদ্দেশ্য : জীবিকা হিসাবে সাইকেলনির্ভর শিল্প বা ব্যবসা কতখানি উপযোগী জানা যাবে । ]

(ঘ) তাদের কারিগরী সংস্থার কিভাবে যান্ত্রিক স্দবিধার ব্যবস্থা করা হয় ? [যান্ত্রিক স্দবিধার কৌশলগুলি জানা যাবে । ]

তথ্যগুলি সংগ্রহ করার জন্য শিক্ষার্থীদের কয়েকটি দলে ভাগ করা হবে তাদের যোগ্যতা অনুযায়ী । সমগ্র প্রকল্পটিকে বিভক্ত করা হবে কয়েকটি অংশে, যেমন—

(ক) ঘর্ষণ-নিবারণের ব্যবস্থা

(খ) যান্ত্রিক স্দবিধা

(গ) গতি-নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থা, পাম্প

(ঘ) ব্যবসায়ী প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে যোগাযোগ

(ঙ) কারিগরী প্রতিষ্ঠান ও অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের সঙ্গে যোগাযোগ

এক-একটি দলকে এক বা একাধিক অংশের দায়িত্ব দেওয়া হবে । দিন স্থির করা হবে । প্রয়োজনীয় আর্থিক সংস্থান কিভাবে করা হবে, প্রয়োজনীয় উপকরণ কিভাবে জোগাড় করা হবে, কিভাবে বেত দেবে—এসব পরিকল্পনা স্থির করতে হবে ।

**তৃতীয় স্তর :** পরিকল্পনামত শিক্ষার্থীরা কাজ করবে এবং অভিজ্ঞতা সঞ্চয় করবে এবং তাদের অভিজ্ঞতা নোটবুকে লিপিবদ্ধ করবে ।

**চতুর্থ স্তর :** বিদ্যালয়ে ফিরে এসে প্রত্যেক শিক্ষার্থী তাদের নিজ নিজ রিপোর্ট দাখিল করবে শিক্ষকের কাছে । শিক্ষকের উপস্থিতিতে শ্রেণীতে শিক্ষার্থীরা আলোচনা করবে । শিক্ষক তাদের চুটি সংশোধন করে দেবেন এবং ভবিষ্যতে নিভুলভাবে কাজ করার পদ্ধতির উল্লেখ করবেন । শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে শিক্ষক নিম্নলিখিত বিষয়গুলি আলোচনা করতে পারেন । ( অবশ্যই শ্রেণীর উপযোগী করে ) ।

(ক) ঘর্ষণ

(খ) লিভার, নভতল, চক্র এবং অক্ষদণ্ড (wheel and axle) ও যান্ত্রিক স্দবিধা

(গ) ঘর্ষণ গতির সঞ্চালন, চেন (chain) এবং বেগের ব্যবহার

(ঘ) বায়ুর সংশ্লিষ্টতা ও বায়ু-সংশ্লিষ্ট পাম্প

(ঙ) অপকেন্দ্রিক এবং অভিকেন্দ্রিক বল, বলের ভ্রামক, চলন এবং ঘর্ষণ, গতিভিত্তিক সাম্য ( Gyroscopic Stability )

(চ) আঠার ব্যবহার ( Adhesive )

(ছ) সাইকেলের ইতিহাস—কিভাবে Dandy Horse, Bone Shaker ইত্যাদি



রূপের মধ্য দিয়ে আধুনিক বাইসাইকেল ল্যালিমন (১৮৫৫) কর্তৃক আবিষ্কৃত হয়েছিল।

**অভিজ্ঞতার প্রয়োগ**—শিক্ষার্থী নিউটনের বর্ণচক্র মডেলে চেন বা বেণেটের ব্যবহার করতে পারে; সামাজিক অভিজ্ঞতাকে বাস্তব জীবনের প্রয়োজনে ব্যবহার করতে পারে বিশেষতঃ বৃত্তি-নির্বাচনের ক্ষেত্রে।

**উদাহরণ ২।**

**শ্রেণী—অষ্টম**

**পাঠ**—“ঘর্ষণের সাহায্যে স্থির বিদ্যুৎ উৎপাদন” (শ্রেণী-কক্ষে স্বাধীন পরিবেশ সৃষ্টি করে প্রোজেক্টের সমগ্র কাজ পরিচালনা করা হবে।)

**প্রথম স্তর :** পরিবেশ রচনা করতে গিয়ে শিক্ষক একটি রবারের চিরুনীর সাহায্যে চুল আঁচড়ে টুকরা কাগজের কাছে ধরতে পারেন। কাগজগুলো আকৃষ্ট হয়ে চিরুনীর গায়ে লাগবে। এরপর শিক্ষার্থীরাও পরীক্ষাটি করতে চাইবে। তখন শিক্ষক স্থির তড়িৎের বিভিন্ন ধর্ম শিক্ষার্থীদের কাছে বলবেন; ধর্মগুলির পরীক্ষা কিভাবে করতে হয় ও প্রত্যেক পরীক্ষার উদ্দেশ্য কি ছাত্রদের কাছে বদিকিয়ে বলবেন। তখন শিক্ষার্থীরা তাদের অভিজ্ঞতার সঙ্গে যুক্ত পরীক্ষাটি করতে চাইবে। ধরা যাক সেটা—“ঘর্ষণের সাহায্যে কিভাবে তড়িৎ উৎপন্ন করা যায়?”

**দ্বিতীয় স্তর :** পরিকল্পনা স্তরে, কি কি জিনিস বা উপকরণ কি পরিমাণে লাগবে, কে কোন্ কাজটি করবে ইত্যাদি ঠিক করবার পর শিক্ষার্থীদের কাজে অগ্রসর হতে দিতে হবে।

**তৃতীয় স্তর :** কার্য-সম্পাদনার স্তরে শিক্ষার্থীরা প্রথমে তাদের প্রয়োজনীয় উপকরণগুলি সংগ্রহ করবে যেমন—কয়েকটি কাঁচদণ্ড, কয়েকটি এবোনাইট-দণ্ড, শব্দক রেশমের কাপড়, পশম, বেড়ালের চামড়া, শোলার বল, ছোট্ট দণ্ডটি দোলনা, ছোট ছোট কাগজের টুকরা। এগুলি যোগাড় করা হয়ে গেলে তারা পরিকল্পনামত কয়েকজন মিলে এক-একটা দল গঠন করবে এবং এক-একটি দল এক-একটি উপকরণ নিয়ে কাজ শুরু করবে।

একদল ছাত্র রেশমের কাপড়কে রোদে শুকিয়ে গরম করবে। তারপর সেটার সাহায্যে কাঁচ-দণ্ডকে ঘর্ষণ করে কাগজের টুকরোগুলোর সামনে ধরে দেখবে টুকরোগুলি আকৃষ্ট হচ্ছে। তখন তারা কাঁচ-দণ্ডটিকে শোলার বলের সামনে নিয়ে যাবে। দেখবে শোলার বলটিও কাঁচ-দণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হচ্ছে। তখন তারা সিদ্ধান্ত করবে যে, কাঁচ-দণ্ড তড়িৎতাহিত হয়েছে। আর একটি দল পশম কাপড় দিয়ে এবোনাইট-দণ্ডটিকে ঘর্ষণ করে একইভাবে পরীক্ষা করে দেখবে এবোনাইট দণ্ডটিও তড়িৎতাহিত হয়েছে। আবার একদল বেড়ালের চামড়া দিয়ে এবোনাইট দণ্ডটিকে ঘর্ষণ করে একই পরীক্ষা করে দেখবে এবারেও এবোনাইট দণ্ডটি তড়িৎতাহিত হয়েছে। এইভাবে ধরা যাক, শ্রেণীতে ছয়টি দল করা হয়েছে এবং ছয়টি দলের তিনটি দল কাঁচ-দণ্ডকে তড়িৎতাহিত করবে এবং তিনটি দল এবোনাইট দণ্ডকে তড়িৎতাহিত করবে।

এখন দুটি তড়িৎ একই ধরনের কি না, সেটা জানবার জন্য শিক্ষার্থীর মধ্যে কৌতূহল থাকা স্বাভাবিক। তখন তারা কাঁচ-দণ্ডকে একটি দোলনায় এবং এবোনাইট দণ্ডকে অপর দোলনায় রেখে দু'লিঙ্গে দিলে দেখতে পাবে তারা পরস্পরকে আকর্ষণ করছে।

এই ঘটনা থেকে তারা সিদ্ধান্ত করবে যে, দুটি দণ্ডের দু'রকমের তড়িৎ পরস্পরকে আকর্ষণ করছে।

**চতুর্থ স্তর :** কাজের চুটি-বিচ্ছাতি নিয়ে শ্রেণীতে আলোচনা হবে। শিক্ষক চুটি-বিচ্ছাতির সংশোধন করে দিয়ে আলোচনা করবেন—

প্রথা (Convention) অনুযায়ী কাঁচ-দণ্ডকে বলা হয় ধনাত্মক তড়িৎতাহিত এবং এবোনাইট দণ্ডকে বলা হয় ঋণাত্মক তড়িৎতাহিত।

শিক্ষার্থীরা এইভাবে ঘর্ষণের সাহায্যে তড়িৎ উৎপাদনের সমস্যার সমাধান করবে। আলোচনা ও পর্যবেক্ষণগুলি তারা প্রতিটি স্তরে যথাযথ লিপিবদ্ধ করবে। এই অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে তারা “ঘর্ষণের মাধ্যমে তড়িৎ উৎপাদনের ইলেকট্রন তত্ত্বটি” অনুধাবন করবে।

**উদাহরণ ৩।**

**শ্রেণী—সপ্তম**

**পাঠ—“শহরে জল সরবরাহ”**

[ সংকেত বেগুনা হ'ল ]

**উদ্দেশ্য-স্থাপন—**গ্রামীণ পরিবেশে পানীয় জলের উৎস, অসুবিধা, শহরে জল-সরবরাহ-ব্যবস্থা ইত্যাদি আলোচনা।

**পরিকল্পনা—**শহরে জলের উৎস, জলাধারের উচ্চতা, আয়তন, জল-সরবরাহ, পাইপের বৈশিষ্ট্য, বাড়ীগুলির উচ্চতার রেঞ্জ (Range), লোকসংখ্যা, মাথাপিছু জল খরচা, জলের বিল (Bill) প্রভৃতি তথ্য সংগ্রহের পরিকল্পনা। তথ্য সংগ্রহ করার জন্য মিউনিসিপ্যালিটি, পাম্প অফিস ও বিভিন্ন সরকারী অফিসের সঙ্গে কিভাবে যোগাযোগ করতে হবে ইত্যাদি পরিকল্পনা।

**কর্মসম্পাদন—**পরিকল্পনা-স্তরের যে দলের পরে যে দায়িত্ব দেওয়া হয়েছিল, সেভাবে কাজ করা হবে।

**আলোচনা ও মূল্যায়ন—**জলের সাম্য অবস্থা, সাইফন, স্বয়ংক্রিয় ফ্লাশ, জলের গভীরতা ও চাপের সম্পর্ক, জল বিশোধন, খরজল ও মৃদুজল, নদীমার ব্যবস্থা, জলের পাম্পের বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি নিয়ে তাত্ত্বিক আলোচনা হবে এবং শিক্ষার্থীদের প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতা ও কাজের মূল্যায়ন করা হবে। সেই সঙ্গে ভবিষ্যৎ কর্মপদ্ধতির ইঙ্গিত দেওয়া হবে। প্রত্যেক স্তরের আলোচনা ও অভিজ্ঞতাগুলি লিপিবদ্ধ করা হবে। শিক্ষার্থীরা জল-সরবরাহের মডেল তৈয়ারি করবে ও ছবি আঁকবে।

**উদাহরণ ৪**

**শ্রেণী—দশম**

**পাঠ—“শহরে জ্বালানী” বা “কোল-গ্যাস”**

[ সংকেত দেওয়া হ'ল ]

**উদ্দেশ্য-স্থাপন—**ফসফরাস, মোম, স্পিরিট, দেশলাই, পেট্রোল, কেরোসিন, কয়লা,

কাঠ ইত্যাদিতে আগুন ধরিয়ে দেখাতে হবে। সভ্যতার বিভিন্ন যুগে মানুষ কি জ্বালানী ব্যবহার করেছে, তার ইতিহাস শিক্ষক বলবেন। শহরের জ্বালানীর প্রসঙ্গ এলে শিক্ষক 'কোলগ্যাস প্ল্যান্ট' দেখবার প্রস্তাব উত্থাপন করবেন।

**পরিকল্পনা**—ভূগোলের বই থেকে জেনে নেওয়া হবে পশ্চিম বাংলায় কোথায় কোলগ্যাস প্ল্যান্ট আছে (পশ্চিম বাংলায় দুর্গাপুরে)। কোন অফিসের সঙ্গে যোগাযোগ করতে হবে সেটা জানতে হবে (রাজ্যের প্রচার-সংস্থার কাছ থেকে জানা যেতে পারে। সম্ভব হ'লে উৎপাদন কেন্দ্রের তথ্যসংবলিত পুস্তিকা যোগাড় করে পড়ে নেওয়া যেতে পারে)। সেখানে গিয়ে জানতে হবে—

- (১) কোলগ্যাস উৎপাদনের জন্য কি ধরনের কয়লা ব্যবহার হয় ?
- (২) কি যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় ?
- (৩) কিভাবে কোলগ্যাস সংগ্রহ করা হয় ?
- (৪) কোলগ্যাস প্ল্যান্টে উপজাত দ্রব্য কি কি উৎপন্ন হয় ?
- (৫) সেগুন্দি কি কাজে লাগে ?
- (৬) কোলগ্যাস কিভাবে বাইরে সরবরাহ করা হয় ?
- (৭) কোলগ্যাস প্ল্যান্টকে ভিত্তি করে পাশাপাশি আর কোন শিল্প গড়ে উঠেছে কি না।

- (৮) উৎপাদনে কত লোক নিযুক্ত আছে ?
- (৯) সেখানে চাকরি পেতে গেলে কি যোগ্যতার প্রয়োজন ?
- (১০) গ্যাস-প্ল্যান্ট নির্মাণে দেশীয় প্রযুক্তিবিদ্যার অবদান কতখানি ?
- (১১) কোলগ্যাস জ্বালানী সমস্যা-সমাধানে কতখানি সক্ষম ? ইত্যাদি। দিন স্থির করা হবে। সঙ্গে কি কি উপকরণ নিতে হবে স্থির করা হবে। শিক্ষার্থীদের দল বিভাজন ও দায়িত্ব নির্ধারণ করতে হবে।

**কর্মসম্পাদন**—পরিকল্পনা অনুসারে কাজ করতে হবে, শিক্ষক যথাসম্ভব সাহায্য করবেন। সেই সঙ্গে সাহায্য করবেন প্ল্যান্টের এনজিনিয়ার ও কর্মচারীবৃন্দ।

**আলোচনা ও মূল্যায়ন**—শিক্ষার্থীদের রিপোর্ট পেশ এবং আত্মসমীক্ষার (self-evaluation) পরে শিক্ষক পরীক্ষাগারে কোলগ্যাসে প্রস্তুতির পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের দেখাবেন। বদনসেন বানার ও গ্যাস স্টোভের গঠন-প্রণালী বর্ণনা করবেন ও ছবি এঁকে দেবেন। গ্যাসের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে ব্যাখ্যা করবেন। গ্যাস ব্যবহারের বিপদ সম্পর্কে সচেতন করবেন। মিথেন গ্যাস, অ্যাসিটিলিন গ্যাসের পাঠ এই অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে দেবেন। শিক্ষার্থীরা কোলগ্যাস প্ল্যান্টের মডেল তৈরি করবে।

## ৮। সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি (Problem Solving Method)

### বা বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি (Scientific Method)

ইংল্যান্ডে “স্পেন্স রিপোর্টে” (১৯৩৬), আমেরিকায় “বিজ্ঞান-শিক্ষার পুনর্নির্বাচন প্রসঙ্গে” (১৯৬০) এবং ভারতে কোঠারী কমিশনে (১৯৬৪-১৯৬৬) বলা হয়েছে বিজ্ঞান পড়াতে হবে সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে।

প্রশ্ন উঠবে, এখানে কোন ধরনের সমস্যার কথা বলা হয়েছে? সমস্যা-সমাধানের উপায়ই বা কি?

**সমস্যার স্বরূপ**—শিশুদমন ঔৎসুক্য ও বিস্ময় দ্বারা পরিচালিত। শিশুর কাছে তার নিজের জীবন, পরিবেশ এবং পরিবেশের ঘটনাগুলি সব সময় সমস্যা-বিজ্ঞািত বলে মনে হয়। সে সব সময় এই সমস্যাগুলির সমাধান খুঁজতে ঔৎসুক এবং সেজন্য “কি”, “কেন”, “কেমন করে”, “কোথা থেকে” ইত্যাদি প্রশ্নগুলি তার কাছ থেকে প্রায়ই শোনা যায়। এই সমস্যাগুলি কিছু আসে শিশুর ব্যক্তিগত উপলব্ধি থেকে, কিছু আসে পুস্তক বা শিক্ষক-বর্ণিত ঘটনা থেকে। এই সমস্যাগুলিকে সে অত্যন্ত বাস্তব সমস্যা বলে মনে করে। সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষা দিতে গেলে শিক্ষার্থীকে কোন সমস্যার মূখ্যমুখ্য করতে হবে। সমস্যা যদি জীবনকেন্দ্রিক হয়, তাহলে শিক্ষার্থীর কাছে সে সমস্যা-সমাধানের জ্ঞান আরও মূল্যবান জীবনকেন্দ্রিক হয়, তাহলে শিক্ষার্থীর কাছে সে সমস্যা-সমাধানের জ্ঞান আরও মূল্যবান হয়ে ওঠে। সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে উপযুক্তভাবে শিক্ষাদানের ফলে শিক্ষার্থীর সৃজনাত্মক চিন্তাধারা, যুক্তি ও বিচার-ক্ষমতা, দক্ষতা ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী বৃদ্ধি পায়। সমস্যা-সমাধানের মাধ্যমে শিক্ষা দিতে গেলে শিক্ষককে অনেক বেশী উদ্যোগী হতে হয়। শিক্ষক শ্রেণীতে গণতান্ত্রিক পরিবেশ সৃষ্টি করবেন এবং শিক্ষার্থীদের সঙ্গে সমস্যা-সমাধানের কাজে অংশগ্রহণ করবেন; পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং সিদ্ধান্ত-গ্রহণে বন্ধুর মত তাদের সাহায্য করবেন। তিনি ধৈর্যসহকারে ছাত্রদের বিভিন্ন প্রশ্ন ও সমস্যার কথা শুনবেন এবং সমাধানের জন্য যথোপযুক্ত উপদেশ দেবেন। বিজ্ঞানের পরীক্ষাগার যাতে ছাত্রদের কাছে যথার্থ বৈজ্ঞানিক ক্রীড়াক্ষেত্র হয়ে ওঠে, তার জন্য শিক্ষককে সচেতন থাকতে হবে। সমস্যা-সমাধান সব সময় শ্রেণীকক্ষে বা পরীক্ষাগারে সম্ভব হয় না। সেজন্য শিক্ষার্থীকে বাইরের পরিবেশ এবং মানুুষের সঙ্গে প্রত্যক্ষ যোগাযোগ রাখতে হয় সমস্যা-সমাধানের উদ্দেশ্যে উপযুক্ত বাস্তব অভিজ্ঞতা-লাভের জন্য। সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিখতে হলে শিক্ষার্থীর দৈহিক এবং মানসিক উভয় সক্রিয়তাই প্রয়োজন।

**সমস্যা-সমাধান করবার পদ্ধতি কি?**

শিক্ষার্থী সমস্যা-সমাধানের জন্য সেই পদ্ধতিই অনুসরণ করবে যা বৈজ্ঞানিকরা অনুসরণ করে থাকেন নতুন আবিষ্কারের জন্য। সৈদিক থেকে সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি এবং বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অভিন্ন। সমস্যা-সমাধানের সর্বজনস্বীকৃত কোন নির্দিষ্ট উপায় নেই। বিভিন্ন সমস্যা-সমাধানে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ভিন্ন ভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বন করেন। প্রত্যেকে তাঁর নিজস্ব বুদ্ধি, চিন্তা, কল্পনা, অভিজ্ঞতা ও সৃজনী প্রতিভা অনুসারে সমস্যা অনুধাবন করেন এবং সমাধানের পথে অগ্রসর হয়ে থাকেন। সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি বা বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি বলতে শুধু পরিমাপ কৌশল বা পরীক্ষাগারের কৌশল ও যুক্তিসম্মত তথ্য বিশ্লেষণ বোঝায় না। প্রকৃতপক্ষে সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি আরও বেশী কিছু। যুক্তিসম্মত পদ্ধতিতে অগ্রসর না হয়েও চেষ্টা ও ভ্রান্তির মাধ্যমে (Trial and Error), পূর্ব-আবিষ্কারের কোন পদ্ধতি অনুকরণ



ক'রে অথবা কখনও আকস্মিকভাবে কোন কোন সমস্যার-সমাধান সম্ভব হয়েছে। তবুও বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে বৈজ্ঞানিকদের স্দুর্বিবেচিত ধারণা ও দক্ষতার প্রকাশ যেভাবে ঘটেছে, তার মধ্যে কতকগুলি যুক্তিসম্মত ধাপের সম্ভান পাওয়া যায়। সেই ধাপগুলি অনুসরণ ক'রে বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া সম্ভব। সেই শিক্ষা-পদ্ধতিকে বলে সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি।

সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে প্রকৃতপক্ষে আরোহ এবং অবরোহ প্রণালীর স্তরগুলি মেনে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা হয়। সুতরাং সমস্যা-সমাধানের যুক্তিমূলক স্তরগুলি হ'ল—

[১] সমস্যার উপস্থাপন—সমস্যা শিক্ষার্থীদের কাছে এমনভাবে উপস্থাপিত করতে হবে যাতে সমস্যা জীবনকেন্দ্রিক হয়ে উঠে এবং শিক্ষার্থী সমাধানে উৎসাহ পায়। শিক্ষক গল্পপ্রসঙ্গে বা বিশেষ তথ্যের ভিত্তিতে অথবা শিক্ষার্থী নিজেই সমস্যা উপস্থাপন করতে পারে। সমস্যার সঙ্গে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের যোগাযোগ থাকা প্রয়োজন এবং সমস্যা-সংক্রান্ত পরীক্ষা-নিরীক্ষা শিক্ষার্থীর ক্ষমতার মধ্যে হওয়া প্রয়োজন।

[২] সমস্যার বিশ্লেষণ—সমস্যা অনুধাবন করবার জন্য সমস্যাকে সহজ অংশে ভেঙ্গে নিয়ে সেগুলি শিক্ষার্থী বুঝতে চেষ্টা করবে এবং সমাধানের উপায় নির্ধারণ করবে।

[৩] তথ্য-সংগ্রহ—শিক্ষার্থী সমাধানের জন্য তথ্য সংগ্রহ করবে। এরজন্য বই ও ম্যাগাজিন পড়বে, অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের সঙ্গে যোগাযোগ করবে। ঘুরে ঘুরে তথ্যের সম্ভান করবে। এরজন্য বিদ্যালয়ের বাইরেও তাকে যেতে হ'তে পারে।

[৪] তথ্য-বিশ্লেষণ—শিক্ষার্থী তার বুদ্ধি ও দক্ষতার সাহায্যে পরীক্ষার মাধ্যমে তথ্য বিশ্লেষণ করবে। সমস্যার সঙ্গে বিশ্লেষণলব্ধ জ্ঞানের সম্পর্ক কতটুকু বিচার করবে। যখন সমস্যা ও বিশ্লেষণলব্ধ জ্ঞানের সম্পর্ক খুঁজে পাবে, তখন সিদ্ধান্তে আসবে।

[৫] সিদ্ধান্ত—তথ্য-বিশ্লেষণের ভিত্তিতে সমস্যার যে সম্ভাব্য সমাধান পাওয়া যায়, সেটাই হ'ল সিদ্ধান্ত বা প্রকল্প (Hypothesis)। সিদ্ধান্ত এক বা একাধিক করা যেতে পারে।

[৬] প্রকল্পের যথার্থ নির্ণয়—প্রকল্পগুলি যথার্থ কি না বিভিন্ন পরীক্ষার ভিত্তিতে যাচাই ক'রে নিতে হবে। উপযুক্ত বা নিঃসন্দেহে প্রমাণিত সিদ্ধান্ত ছাড়া অন্যগুলি বর্জন করতে হবে।

[৭] যথার্থ সিদ্ধান্তের বাস্তব প্রয়োগ—জীবনের বিভিন্ন প্রয়োজনে সেই সিদ্ধান্তকে কাজে লাগাতে হবে।

[৮] উচ্চতর পাঠগ্রহণের প্রস্তুতি—সমস্যা-সমাধানের বাস্তব অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে শিক্ষার্থী উচ্চতর পাঠগ্রহণে অগ্রসর হবে।

॥ প্রোজেক্ট-পদ্ধতি বনাম সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি ॥

প্রোজেক্ট বা কার্য-সমস্যা-পদ্ধতিতে এবং সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে শিক্ষণীয় বিষয়

সমস্যার আকারে উপস্থাপন করা হয় শিক্ষার্থীর কাছে। উভয় ক্ষেত্রেই সক্রিয়তার প্রয়োজন। কিন্তু—

(১) প্রোজেক্ট-পদ্ধতিতে সমস্যা আসে বাস্তব কার্যের মাধ্যমে, কিন্তু সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে আসে চিন্তার মাধ্যমে।

(২) প্রোজেক্ট-পদ্ধতিতে পর্যবেক্ষণ ও গঠনমূলক ক্ষমতার উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। কিন্তু সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে আলোচনা উপস্থাপনের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়।

(৩) প্রোজেক্ট-পদ্ধতিতে তথ্যমূলক অভিজ্ঞতা বা জ্ঞানলাভের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। কিন্তু সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে অভিজ্ঞতালভের সঙ্গে সঙ্গে কার্যকারণ (cause and effect) সম্পর্ক নির্ণয়ের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। এই পদ্ধতির অন্যতম উদ্দেশ্য হ'ল তথ্যমূলক জ্ঞান আহরণ করা।

(৪) প্রোজেক্ট পদ্ধতিতে সামাজিক পরিবেশে কাজ ক'রে শিক্ষালাভ করতে হয়। সে কাজ দৈহিক সক্রিয়তার উপর যত নির্ভরশীল ততটা মানসিক সক্রিয়তার উপর নয়।

কিন্তু সমস্যা-সমাধানে সামাজিক পরিবেশে জ্ঞান আহরণ কিংবা দৈহিক সক্রিয়তা বাদ দেওয়া হয়নি মোটেই, কিন্তু সব জ্ঞানকেই সম্ভব হলে যাচাই ক'রে নিতে হবে পরীক্ষাগারের পরীক্ষার মাধ্যমে। শিক্ষক প্রয়োজন হলে ডেমন্স্ট্রেশনও দিতে পারেন।

### ॥ আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি বনাম সমস্যা-সমাধান ॥

দুই পদ্ধতিতেই কাজের ও চিন্তার যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতা আছে। সেদিক থেকে পদ্ধতি দুটি অভিন্ন। পার্থক্য অনেকাংশে তাত্ত্বিক।

(১) আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি জ্ঞান-অর্জনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। আরোহ পদ্ধতিতে জ্ঞান অর্জন, সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও অবরোহ পদ্ধতিতে জ্ঞানের প্রয়োগ করা হয়। যখন সেই পদ্ধতিকে বিজ্ঞানের জ্ঞান-আহরণে ব্যবহার করা হয়, তখন সে পদ্ধতি হ'ল বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি বা সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি।

(২) অন্যান্য বিষয়ের ক্ষেত্রে জ্ঞান আহরণে আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতিতে শুধু চিন্তা ও যুক্তি প্রাধান্য পায়। কিন্তু সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে চিন্তা ও যুক্তির সঙ্গে হাতে-কলমে পরীক্ষা ও সর্বজনীন মতৈক্যের প্রয়োজন হয়।

(৩) আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতিতে অর্জিত জ্ঞানের বাস্তবে প্রয়োগ করবার দায়িত্ব আবশ্যিক নয়, কিন্তু সমস্যা-সমাধান পদ্ধতিতে সে দায়িত্ব আবশ্যিক।

(৪) আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতিতে উচ্চতর পাঠগ্রহণের কোন প্রস্তুতি সাধারণতঃ নেওয়া হয় না। কিন্তু সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে নেওয়া হয়।

### ॥ আবিষ্কার-পদ্ধতি বনাম সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতি ॥

আবিষ্কার-পদ্ধতি ব্যক্তিগত অন্তর্ভুক্ত এবং শিক্ষার্থী ব্যক্তিগতভাবে পরীক্ষাগারে পরীক্ষা-নিরীক্ষা ক'রে পুরাতন সত্যকে পুনরায় আবিষ্কার করে। তার আবিষ্কারের বিষয়বস্তু মূলতঃ পদ্ধতিগত।

সমস্যা-সমাধান-পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী দলগত এবং কখনও ব্যক্তিগতভাবে সমাধানের প্রচেষ্টা করে শিক্ষকের সহযোগিতায়। এই পদ্ধতিতে শিক্ষকের ডেমনস্ট্রেশন এবং শিক্ষার্থীর পরীক্ষাগারের পরীক্ষামূলক কাজের সুযোগ থাকে; তথ্য-সংগ্রহের জন্য শিক্ষার্থীকে বিদ্যালয়ের বাইরেও যেতে হয়। এখানে শিক্ষার্থীর সমস্যার বিষয়বস্তু জীবনকেন্দ্রিক।

উদাহরণ ১।

পাঠ—“জলের খরতা ও উহা দূরীকরণের উপায়”

শ্রেণী—অষ্টম

( পশ্চিম বাংলার বর্তমান মাধ্যমিক পাঠ্যসূচীর অন্তর্ভুক্ত নয় )

\* \* উদ্দেশ্য—[ উল্লেখ করতে হবে ]

\* \* উপকরণ—[ উল্লেখ করতে হবে ]

সমস্যা উপস্থাপন—প্রসঙ্গটি বাস্তব। নলকূপের জলে কাপড় পরিষ্কার করতে গিয়ে দেখা যাবে সাবানে সহজে ফেনা হয় না। প্রচুর সাবান খরচ হবার পর সাবানে ফেনা হয়। সাবানের দামও কম নয়। এই বাস্তব সমস্যা অনুধাবন করতে ও সমাধান করতে শিক্ষার্থীরা আগ্রহী হবে। সমস্যাটির নাম দেওয়া হয় “জলের খরতা ও উহার দূরীকরণের উপায়”।

সমস্যা বিশ্লেষণ—জলের খরতার কারণ কি, প্রথমে নির্ণয় করার জন্য সমস্যাকে কয়েকটি প্রশ্নের আকারে ভাগ করতে হবে—

(১) কোন কোন উৎসের জল খর হয়?

(২) খর জলের অশুদ্ধি কি কি?

(৩) অশুদ্ধিগুলি জলে কি অবস্থায় থাকে?

দূরীকরণের জন্য—(৪) খরতা দূরীকরণের সহজ উপায় কি?

(৫) খরতা দূরীকরণের আর কি কি উপায় আছে এবং ব্যাপকভাবে কোন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়?

(৬) খর জলের কি কোন উপকারিতা নেই?

তথ্য সংগ্রহ—অনেক তথ্য বাইরের পরিবেশ থেকে জেনে নিতে হবে যেমন—জলের উৎসগুলি, খরতা-দূরীকরণের ব্যাপক উপায়, খর জলের উপকারিতা ইত্যাদি। বিভিন্ন জায়গার জলাশয় ও নলকূপ থেকে জলের বিভিন্ন নমুনা সংগ্রহ করতে হবে। অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের কাছ থেকে জেনে নিতে হবে তাঁরা জলের খরতা কিভাবে দূর করেন।

তথ্য বিশ্লেষণ—আম্লিক ও ধাতব মূলকের জলীয় পরীক্ষার (Wet Test) মাধ্যমে খর জলের অশুদ্ধিগুলির বৈশিষ্ট্য জানা যাবে।

শিক্ষার্থী ফিল্টার করে দেখবে অশুদ্ধিগুলি দূর করা যায় কি না। যখন দেখবে ফিল্টার করে দূর করা গেল না, তখন জলকে ফুটিয়ে, জলের সঙ্গে চুন, কাপড়কাচা সোডা মিশিয়ে নানাভাবে চেষ্টা করে দেখবে দ্রবীভূত লবণকে অদ্রবীভূত লবণে পরিণত করা যায় কি না।

**সিদ্ধান্ত গ্রহণ—**(ক) সব উৎসের জল খর নয়, তবে কিছু কিছু উৎসের জল খর।

(খ) Calcium এবং Magnesium-এর দ্রবীভূত লবণ থাকবার ফলে জল খর হয়।

(গ) কিছু খরতা সহজে দূর করা যায়, কিছু কিছু খরতা দূর করতে চুন ও সোডা লাগে। অদ্রবীভূত লবণ দূর করতে পারলে জলে সহজে ফেনা হয়।

**প্রকল্পের যথার্থ্য নির্ণয়—**অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের বক্তব্য, পাঠ্যপুস্তকের বর্ণনার সঙ্গে শিক্ষার্থী তার সিদ্ধান্তগুলির তুলনা করে যে সিদ্ধান্তগুলি নিঃসন্দেহে প্রমাণিত, সেগুলিই গ্রহণ করবে। যেমন—

(ক) খরতা দুই ধরনের—স্থায়ী ও অস্থায়ী

(খ) অস্থায়ী খর জলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের বাই-কার্বোনেট এবং স্থায়ী খর জলে উহাদের সালফেট এবং ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকে।

(গ) অস্থায়ী খর জল ফোটাতে খরতা দূর করা যায়, স্থায়ী খর জলে সোডা মেশালে খরতা দূর করা যায়।

(ঘ) নলকূপের জল সাধারণতঃ খর হয় এবং পুকুর ও নদীর জল মৃদু হয়।

(ঙ) ব্যাপকভাবে খরতা দূরীকরণের জন্য পারম্যাংগেট পদ্ধতি গ্রহণ করা হয়।

(চ) পানীয় জল হিসাবে মৃদু জলের পরিবর্তে খর জল ব্যবহার করা উচিত।

(ছ) মৃদু জলে সহজেই সাবানের ফেনা হয়।

**প্রয়োগ—**শিক্ষার্থী সাবানের ব্যবহার সম্পর্কে সচেতন হয়। বিভিন্ন প্রয়োজনে বিভিন্ন প্রকারের জল নির্বাচন করতে শেখে।

**পরবর্তী পাঠ—**এই পাঠের ভিত্তিতে শিক্ষার্থী সাবানের গঠনপ্রণালী জানবে এবং লবণ, ক্ষার, ধাতু, আম্লিকমূলক সংক্রান্ত উচ্চতর পাঠগ্রহণ করবে।

**উদাহরণ ২।**

**শ্রেণী—**

**পাঠ—**“মরীচা ধরার কারণ ও উহা দূরীকরণের উপায়”

[ ইঙ্গিত দেওয়া হ'ল। ]

**\* \* উদ্দেশ্য—**[ উল্লেখ করতে হবে ]

**\* \* উপকরণ—**[ উল্লেখ করতে হবে ]

**উপস্থাপন—**ঘরের ব্যবহার্য লোহার সামগ্রী, গ্রীল, ঘরের টিনের ছাদে মরীচা ধরে। এর ফলে জিনিসপত্রগুলি নষ্ট হয় এবং দেখতেও খারাপ লাগে। এই ধরনের জীবনকেন্দ্রিক আলোচনায় শিক্ষার্থী মরীচা-সংক্রান্ত পাঠে উৎসাহী হয়।

**সমস্যা বিশ্লেষণ—**সমস্যা অনুধাবন ও প্রতিকারের জন্য নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলি সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা এবং পরীক্ষাভিত্তিক সমাধান প্রয়োজন :

(ক) মরীচা-গঠনে ভিজা ও শুষ্ক জলবায়ুর প্রভাব

(খ) “ ” “ ” ঠান্ডা ও গরম “ ” “ ”

(গ) লোহার কোন অংশে বেশী মরীচা পড়ে ?



(ঘ) মরীচা ও লোহার পার্থক্য কি ?

(ঙ) মরীচা নিবারণের বিভিন্ন উপায় ।

(চ) মরীচা পড়ে না, এমন জিনিস লোহার বিকল্প হিসাবে ব্যবহার করা যায় কি না ।

তথ্য সংগ্রহ—প্রশ্নগুলির সমাধানের জন্য বাইরের বিশেষ অভিজ্ঞতাসম্পন্ন ব্যক্তিদের সঙ্গে যোগাযোগ করতে হবে। নিজের ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা থেকেও অনেক জিনিস জানা যাবে। বিশুদ্ধ লোহা, মরীচা ধরা লোহার জিনিস ও অন্যান্য ধাতুনির্মিত ব্যবহার-উপযোগী উপকরণ যোগাড় করতে হবে।

তথ্য বিশ্লেষণ—(১) ঠান্ডা ও গরম (ফুটন্ত) জলের সঙ্গে বিভিন্ন ধাতুর প্রতিক্রিয়া লক্ষ্য করা হবে।

(২) চারটি শিশি নিয়ে একটি জল পূর্ণ ক'রে, একটি অর্ধেক জল পূর্ণ ক'রে একটিতে সামান্য সালফিউরিক অ্যাসিড নিয়ে, আর একটিকে বায়ুশূন্য ক'রে প্রাত্যহিকের মধ্যে যথাসম্ভব দীর্ঘ একটি ক'রে নতুন লোহার রড রেখে শিশির মূখ বন্ধ ক'রে দিতে হবে।

(৩) চুম্বকের সাহায্যে লোহা ও মরীচার পার্থক্য সহজে নির্ণয় করা যাবে।

(৪) যোগুলি সময়সাপেক্ষ পরীক্ষা, সেগুলি সম্পর্কে মতামত বাইরের অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের কাছ থেকে জেনে নিতে হবে।

সিদ্ধান্ত গ্রহণ—পরীক্ষার ভিত্তিতে শিক্ষার্থী সিদ্ধান্ত করবে—

(ক) গরম জলে মরীচা ধরে না।

(খ) বায়ু ও জলের সংস্পর্শে মরীচা ধরে বেশী।

(গ) মরীচা ধরার জন্য বায়ুর প্রয়োজন।

(ঘ) মরীচা ও লোহা এক জিনিস নয়।

(ঙ) কিছু কিছু ধাতুতে মরীচা পড়ে না। ইত্যাদি।

সিদ্ধান্তের সত্যতা নিরূপণ—অভিজ্ঞ ব্যক্তির মতামত, নিজের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা, পাঠ্যপুস্তকের ধারণার সঙ্গে শিক্ষার্থী পরীক্ষালব্ধ জ্ঞানের তুলনা ক'রে তার সিদ্ধান্ত-গুলি সম্পর্কে নিঃসন্দেহ হবে। শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের কাছ থেকে অন্যান্যভাবে জেনে নিয়ে সিদ্ধান্তে আসবে।

(ক) লোহার পাতকে মরীচাবিহীন ধাতুর প্রলেপ দিলে মরীচা ধরে না।

(খ) লোহার পাত বা দণ্ডের কোন প্রান্তে (End) আগে মরীচা ধরে।

(গ) কতকগুলি ধাতু অ্যালুমিনিয়াম, সীসা ইত্যাদিতে মরীচা ধরে না—এগুলিকে

লোহার বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

সে জানতে পারবে আমরা যাকে টিনের পাত বলি, সেটা আসলে টিনের প্রলেপ লাগানো লোহার পাত।

সিদ্ধান্তের প্রয়োগ—শিক্ষার্থী ব্যবহারযোগ্য লোহার জিনিসে ধারাল অস্ত্রস্বারা দাগ কাটবে না, টিনের ছাঁদে যত তত পেরেক বসাবে না। লোহার জিনিসগুলিতে রঙের প্রলেপ দেবে এবং যন্ত্রপাতিতে তেল দেবে।

শিক্ষার্থী তার নিজস্ব ভুলত্রুটি সংশোধনের সুযোগ পায়; শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের মধ্যে প্রীতির সম্পর্ক গড়ে ওঠে; শিক্ষার্থী পরমতসহিষ্ণু হয়, অন্যের ধারণা ঠিক হ'লে সেটি সে গ্রহণ করতে শেখে। আলোচনায় স্বাধীনভাবে অংশগ্রহণ করবার জন্য শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন পাঠ্যপুস্তক ও পত্র-পত্রিকা পড়তে হয়। আলোচনার মাধ্যমে, একমাত্র পরীক্ষা ও অঙ্কনমূলক দক্ষতা ছাড়া, বিজ্ঞান-শিক্ষার সমস্ত উদ্দেশ্য কম-বেশী বাস্তবায়িত করা সম্ভব। Therber & Colette-এর মত অবলম্বনে বলা যায়, শিক্ষক শ্রেণী-শিক্ষায় উপস্থাপনের শেষে অন্ততঃ ১০% সময় আলোচনার জন্য রাখতে পারেন। আলোচনা শেষ হলে অভিযোজন করা যেতে পারে।

## ॥ বিজ্ঞান শিক্ষার হস্তাক্ষর পদ্ধতি ॥

### ১১। একক পদ্ধতি বা টপিক পদ্ধতি

(Unit or Topic Method)

[“পাঠক্রম” অধ্যায় এবং “পরিশিষ্ট” দেখুন]

### ১২। ঐতিহাসিক পদ্ধতি

(Historical Method)

বিজ্ঞানের প্রত্যেকটি তত্ত্ব এবং তথ্যের পিছনে আছে আবিষ্কারের একটি দীর্ঘ ইতিহাস। সূচনা থেকে শুরুর করে বিভিন্ন গবেষণা, প্রচেষ্টা ও ভ্রান্তি (Trial and error), বিতর্ক ও আলোচনার মাধ্যমে ক্রমাগত রূপান্তরিত হয়ে বিজ্ঞানের প্রত্যেকটি বিষয় আজকের রূপে উপস্থিত হয়েছে। বিজ্ঞান শিক্ষায় ঐতিহাসিক পদ্ধতিতে পাঠদানের সময় শিক্ষণীয় বিষয়টি সূচনা থেকে শুরুর করে যেসব স্তরের অতিক্রম কবে আজকের পরিণত রূপ লাভ করেছে, সেই সকল স্তরের অনুযায়ী পাঠটিকে সজ্জিত করে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করা হয়। ঐতিহাসিক পদ্ধতি শিক্ষার্থীদের নিকট অনেক সময় চিত্তাকর্ষক হয় কারণ এই পদ্ধতিতে তারা গল্প শোনবার সুযোগ পায়।

বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের যুক্তিভিত্তিক অগ্রগতির উপর অধিকাংশ সময় অধিক গুরুত্ব আরোপ করা হয়। যুক্তিমূলক অগ্রগতিতে দেখান হয়, কোন একটি বৈজ্ঞানিক ধারণার ভিত্তিতে অন্যান্য ধারণাগুলি কিভাবে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। যুক্তিমূলক অগ্রগতির সাহায্য নিয়ে শিক্ষা দিলে বিজ্ঞান শিক্ষা দ্রুত হয় নিঃসন্দেহে কিন্তু শিক্ষার্থীর বিজ্ঞান শিক্ষা অসম্পূর্ণ থেকে যায়। ঐতিহাসিক পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দিলে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য অনুধাবন করতে পারবে যেমন— প্রথমতঃ, শিক্ষার্থী জানতে পারবে বিজ্ঞান শুধু একটি জ্ঞানের ভান্ডার নয়, বিজ্ঞান একটি গতিশীল প্রক্রিয়া। নিরন্তর গবেষণা, পরীক্ষা-নিরীক্ষার মধ্য দিয়ে বৈজ্ঞানিক ধারণার অবিরত রূপান্তর চলছে। বিগত দিনের অনেক ধারণা আজকের গবেষণা ও পরীক্ষায় মিথ্যা প্রতিপন্ন হয়েছে; তেমনি আজকের প্রতিষ্ঠিত সত্য বা তথ্যকে

ভাগ্যমী দিনের গবেষণা ও পরীক্ষার চ্যালেঞ্জ গ্রহণ করতে হবে। দ্বিতীয়তঃ শিক্ষার্থী জানতে পারবে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের বিভিন্ন প্রচেষ্টা ও পদ্ধতিগত। বৈজ্ঞানিকেরা কখনও যুক্তিমূলক পদ্ধতিতে অগ্রসর হয়ে, কখনও বা আকস্মিকভাবে সাফল্য অর্জন করছেন। তৃতীয়তঃ, বিজ্ঞানের আবিষ্কারের সাথে বৈজ্ঞানিকের জীবন, সমসাময়িক যুগ ও বিজ্ঞান সম্পর্কে যুগমানসিক প্রতিক্রিয়া সম্পর্কেও শিক্ষার্থী অবহিত হবে।

অবশ্য একথা ঠিক যে বিজ্ঞানের ইতিহাস অনুসরণ করে বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়া সব সময় সম্ভব নয় উচিতও নয়। কারণ সে ইতিহাসের গতি যেমন মন্থর, তেমনি ব্যাপ্তিও বিশাল। সেই ইতিহাস অনুসরণ করে শিক্ষা দেওয়া প্রচণ্ড সময়সাপেক্ষ কাজ। বিজ্ঞান শিক্ষাদানে চূড়ান্তভাবে কোন সূত্র বা সিদ্ধান্তে আসবার সময় কোন দীর্ঘ আলোচনা বা প্রক্রিয়া শিশু মনস্তত্ত্বের দিক থেকে উপযুক্ত নয়। সুতরাং বিজ্ঞান-শিক্ষায় বিশেষ বিশেষ প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে ঐতিহাসিক পদ্ধতির ব্যবহার সীমিত রাখলে সুফল পাওয়া যেতে পারে। ঐতিহাসিক পদ্ধতি তথাকথিত শিক্ষা পদ্ধতি নয়, কারণ বিজ্ঞানের জ্ঞানের সঙ্গে শিক্ষার্থীর মনের যোগাযোগের সক্রিয় উপায় এটা মোটেই নয়। তাছাড়া ঐতিহাসিক ভিত্তিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দিতে হলে দু'টি স্বীকৃত পদ্ধতি গ্রহণ করতে হয়—

(ক) আবিষ্কার-পদ্ধতি—স্বীকৃত বৈজ্ঞানিক সত্যকে আবিষ্কারের ঐতিহাসিক ধারাবাহিকতায় পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে পুনরায় আবিষ্কার করতে হবে।

(খ) বক্তৃতা-পদ্ধতি—মৌখিক উপায়ে বিজ্ঞানের ঐতিহাসিক পটভূমিকায় বিজ্ঞানের জ্ঞান দান করা যেতে পারে।

সেজন্য বলা যেতে পারে যে, ঐতিহাসিক পদ্ধতি হ'ল বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুকে ঐতিহাসিক ধারায় সম্বন্ধিত করে পাঠ্যসূচী নির্ণয়ের বা শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থাপনের এক উপায় বিশেষ। সে হিসেবে এই পদ্ধতি হল যুক্তিমূলক প্রণালীতে পাঠবিন্যাসের উপায় বিশেষ। ঐতিহাসিক পদ্ধতিতে পুরোপুরি পাঠ-পরিচালনা না করে অন্যান্য পদ্ধতির পরিপূরক হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। কোন বৈজ্ঞানিক সূত্র বা তত্ত্ব শিক্ষাদানের সময় বিষয়টিকে হৃদয়গ্রাহী করে তুলতে এবং শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণ করতে বিষয়ের ঐতিহাসিক পটভূমিকা দেওয়া যেতে পারে।

## ॥ সর্বাধা ॥

- (১) মানব সভ্যতার বিকাশে বিজ্ঞানের প্রভাব সম্পর্কে জানা যায় এই পদ্ধতিতে।
- (২) এই পদ্ধতিতে জানা যায় সমস্যা-সম্মাধানের বিভিন্ন পদ্ধতি। আরও জানা যায়, বিজ্ঞানের আবিষ্কারে বৈজ্ঞানিকের অক্লান্ত নিরবচ্ছিন্ন প্রচেষ্টা, ধৈর্য ও অধ্যবসায়ের রোমহর্ষক দৃষ্টান্ত যা শিক্ষার্থীর জীবনে অনুকরণীয়।
- (৩) এই পদ্ধতিতে জানা যায় বিজ্ঞান দলগত প্রচেষ্টার ফসল। এই এক্যবদ্ধ প্রচেষ্টা ব্যক্তিও সমাজ-জীবনে অনুসরণীয়।
- (৪) এই পদ্ধতিতে লক্ষ জ্ঞান শিক্ষার্থীর কাছে বিচ্ছিন্ন বলে মনে হয় না।

(৫) বস্তুতা পদ্ধতি-চিত্রকর্ষক ক'রে তুলতে হ'লে মাঝে মাঝে ঐতিহাসিক পটভূমিকা ব্যবহার করা যেতে পারে।

(৬) নীচের শ্রেণীগুলিতে এই পদ্ধতি খুবই উপযোগী, কারণ সেখানে শিক্ষার্থীরা ঐতিহাসিক গল্প শোনার খুবই আগ্রহী।

### ॥ অসুবিধা ॥

এই পদ্ধতির ব্যবহার দীর্ঘতর হ'লে সামান্য জ্ঞান আহরণে দীর্ঘ সময়ের অপচয় হয় এবং শিক্ষার্থীর ধৈর্যচ্যুতি ঘটতে পারে।

### উদাহরণ—

পাঠ—পরমাণু সম্পর্কিত প্রথম পাঠ

শ্রেণী—দশম

উদ্দেশ্য—বিষয়ের প্রতি মনোযোগ আকর্ষণ করা এবং পরমাণু বিজ্ঞানের ক্রমবিকর্তনের ইতিহাসের জ্ঞানলাভে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

[ পরমাণু সম্পর্কে আমাদের বিদ্যালয়ে শিক্ষা দিতে গেলে বস্তুতা পদ্ধতি ব্যবহার করা ছাড়া উপায় থাকে না। বস্তুতাকে আকর্ষণীয় ক'রে তোলার জন্য চার্ট, ডায়াগ্রাম বা ছবি দেখিয়ে বড় জোর ডেমন্স্ট্রেশন দেওয়া যেতে পারে। অন্যদিকে ঐতিহাসিক পটভূমিকা দিয়ে বস্তুতাকে আকর্ষণীয় ক'রে তোলা যেতে পারে। এখানে পরমাণু সম্পর্কে জ্ঞান দিতে গিয়ে ভূমিকায় কিভাবে ঐতিহাসিক পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে, তার আলোচনা করা হ'ল। ]

ভূমিকা হিসেবে শিক্ষক নাটকীয় ভঙ্গীতে বলবেন—বিংশ শতাব্দীতে পরমাণু সম্পর্কে পরিণীলিত চিন্তাধারা সৃষ্টি হবার প্রায় আড়াই হাজার বছর আগের থেকে মানব পরমাণু সম্পর্কে নানা ধরনের মতবাদ পোষণ করেছে। গ্রীক পারমানবিক আনেকসাগোরাস বস্তু-বিভাজনের মাধ্যমে ক্ষুদ্রতম অংশের কথা চিন্তা করেছিলেন। সেই সময়ে লিউসিপাস পরমাণুর সমন্বয়ে বস্তুগঠনের কথা চিন্তা করলেন। ডেমক্রিটাসের মতে পদার্থের আদিতে আছে এক ধরনের কণা, তার কোন পরিবর্তন হয় না। এই কণার নাম পরমাণু বা অ্যাটম। তিনি আত্মার গঠন পরমাণুর সাহায্যে ব্যাখ্যার চেষ্টা করেছেন। এপিকিউরাস বলেছেন, পরমাণুর ওজন ও আকারভেদ আছে বলে বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে বৈচিত্র্য লক্ষ্য করা যায়। অ্যারিস্টটল বললেন, বস্তুর উপাদান পরমাণু নয়—উপাদান হল আগুন, হাওয়া, জল ও মাটি। দক্ষের সঙ্গে বলতে হয়, মহাদার্শনিক অ্যারিস্টটলের জীবনের সবচেয়ে বড় ভুল হল তাঁর এই ধারণা। তিনি প্রভাবশালী দার্শনিক ছিলেন। তাই তাঁর ধারণা ভুল হলেও একবাক্যে সবাই মেনে নিয়েছিল। আর এরইজন্য পরমাণুর চিন্তাধারা প্রায় দু'হাজার বছর পিছিয়ে গেল। অবশ্য ভারতের ছান্দোগ্য উপনিষদে বলা হয়েছে, সৃষ্টির আদিতে এক ধরনের বীজ আছে—সাংখ্যের ভাষায় বলা যায়, সে বীজ অব্যক্ত। কণাদের মতে পরমাণু পাঁচ ধরনের—ক্ষিতি, অপ, তেজ, মরুৎ এবং ব্যোম। জৈনরা মনে করতেন, পরমাণু থেকে অণু গঠিত হবার সময় এক ধরনের আকর্ষণী ও বিকর্ষণী শক্তি ক্রিয়া করে।



দেড় হাজার বছরের অন্ধকার যুগ পেরিয়ে এল ক্যানিসিস্ বেকনের বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির যুগ। নিউটন বললেন, পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণাকে আর ভাঙা যাবে না। পরমাণু সম্পর্কে অপেক্ষাকৃত উন্নত গবেষণায়রত ডালটনও বললেন—পরমাণুকে আর ভাঙা যায় না। তাঁর ভুল হয়েছিল যে, তিনি অণু ও পরমাণুর পার্থক্য উপলব্ধি করতে পারেননি। অ্যাভোগাড্রো বললেন—পারস্পরিক আকর্ষণে পরমাণুর সমবায়ে অণু সৃষ্টি হয়, অণু দিয়ে গ্যাস সৃষ্টি হয়। পারমাণবিক ওজন অনুসারে ম্যাণ্ডেলিফ মৌলিক পদার্থগুলিকে নির্দিষ্ট ক্রমে সজ্জিত করলেন।

কুরী দংশীতি ও বেকরেল ইউরেনিয়ামের তেজস্ক্রিয়তার মাধ্যমে সর্বপ্রথম উপলব্ধি করলেন, পরমাণু ভাঙা যায়। এর পরের ইতিহাস অনেক দ্রুত। একাদিকে বৈজ্ঞানিক আইনস্টাইন, রাদারফোর্ড, নীল বোর, ফার্মি, সোমারফেল্ড, অটোহ্যান, হাইসেনবার্গ, স্ট্রোডিনজার, ডিরাক, অ্যাডারসন প্রমুখ বৈজ্ঞানিকগণ, অন্যদিকে রিএক্টর, অ্যাক্সিলারেটর, কাউন্টার ও ডিটেক্টর, ফটোগ্রাফি প্রভৃতি যান্ত্রিক কৌশল এবং সর্বশেষে মহাকাশ-গবেষণা বিস্ময়কর গতিতে পরমাণুর চিন্তাকে এগিয়ে নিয়ে চলেছে।

তবে দৃষ্টির কথা এই যে, সাধারণ মানুষের কাছে পরমাণু প্রথম আত্মপ্রকাশ করেছিল বিধবসী শান্তি হিসাবে পরমাণু বোমায়। তাই আজও পরমাণুর নাম শুনলে লোকে ভীত হয়। কিন্তু আজকের সভ্যতায় পরমাণুর দান অপারিসীম।

[ শিক্ষার্থীর বস্তুতর ফাঁকে ফাঁকে নোট নেবে। ]

[ এরপর শিক্ষক অন্য কোন পদ্ধতিতে পরমাণু বিষয়ক অন্যান্য পাঠ উপস্থাপন করবেন। ]

## ১৩। এককেন্দ্রিক বা সমকেন্দ্রিক পদ্ধতি

( Concentric Method )

[ পাঠকর্মের আলোচনা দেখুন। ]

## ১৪। জীবনীমূলক পদ্ধতি

( Biographical Method )

জীবনীমূলক পদ্ধতি কোন তথাকথিত বিজ্ঞান-শিক্ষা পদ্ধতি নয়, বরং বলা যেতে পারে বিজ্ঞান শিক্ষার বিষয়বস্তু (Content)।

বৈজ্ঞানিকের জীবনী বিজ্ঞানের ইতিহাসের একটি অংশ। বিজ্ঞানের ইতিহাসকে দু'টি অংশে ভাগ করা যায়। প্রথম অংশে আছে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের ইতিহাস, কোন বৈজ্ঞানিক ধারণার ক্রম বিবর্তনের ইতিহাস। ঐতিহাসিক পদ্ধতিতে এই অংশের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। অপর অংশে আছে মানবতার ইতিহাস। বিজ্ঞানের জয়যাত্রার সাথে সাথে মানুষের আশা-নিরাশা, সাফল্য-ব্যর্থতার ইতিহাস। বৈজ্ঞানিকের জীবনী এই অংশের অন্তর্গত। জীবনীমূলক পাঠে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার প্রসঙ্গে বৈজ্ঞানিকের ব্যক্তিজীবন ও কর্মপদ্ধতিকে প্রকাশ করা হয় শিক্ষার্থীদের নিকট।

বিজ্ঞান-সাধনার জন্য ধৈর্য, অধ্যবসায়, আত্মবিশ্বাস, কষ্টসহিষ্ণুতা কতখানি প্রয়োজন, তা জানা যায় বৈজ্ঞানিকের জীবনীপাঠে। রাজনৈতিক উৎপীড়ন, বিরুদ্ধ সমালোচনা, অর্থনৈতিক ক্লেশ, অস্থির পারিবারিক অবস্থা, ব্যর্থতা, শারীরিক অসুস্থতা ও মৃত্যুদণ্ডের মুখোমুখি দাঁড়িয়ে অনেক সময় নির্বিকার চিত্তে বিজ্ঞানের গবেষণা চালাতে হয়—একথা জানতে পারা যায় বৈজ্ঞানিকদের জীবনী থেকে। উচ্চতম সরকারী পদের মোহ ছেড়ে বৈজ্ঞানিকের দরিদ্র জীবন বেছে নিয়েছিলেন স্যর রামন। একটা ভাল দর্পণ (Mirror) যোগাড় করতে তিনশ' মাইল পথ পায়ে হেঁটে প্রেসিডেন্টের কাছে দরবার করতে গিয়েছিলেন আমেরিকার বৈজ্ঞানিক মাইকেলসন। এর মধ্য দিয়ে পরিচয় পাওয়া যায় বিজ্ঞান তথা মানুষের প্রতি মহাবৈজ্ঞানিকদের অপারিসমী ভাববাসার কাহিনী।

ডঃ এন. শেখগিরি বলেছেন<sup>১</sup>—“Ph. D. পেলে একজন সত্যিকারের বৈজ্ঞানিক হয় না। ছাত্রজীবনে সে শিক্ষকদের নিকট থেকে যখন বৈজ্ঞানিকদের কর্মজীবন সম্পর্কে অবহিত হয় তখন থেকেই তার মধ্যে বৈজ্ঞানিক মানসিকতা সৃষ্টি হয়।” মহাবৈজ্ঞানিকদের কর্মপদ্ধতি শিক্ষার্থীদের শিক্ষায় এবং কর্মে প্রেরণা দেয় এবং ব্যক্তিকে বাস্তব পরিবর্তন আনতে সাহায্য করে। তাই বৈজ্ঞানিকদের জীবনী-পাঠ বিজ্ঞান-শিক্ষার আবশ্যিক অঙ্গ হওয়া উচিত। পশ্চিম বাংলার মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞানে দেশ-বিদেশের বৈজ্ঞানিকদের জীবনী স্থান পেয়েছে, যদিও উপযুক্ত সংখ্যায় নয়। কিন্তু সে জীবনীতে পাওয়া যায় বৈজ্ঞানিকদের জন্ম, মৃত্যু ও D. Sc. উপাধিলাভের সাল, তারিখ, গবেষণা পত্র পুরস্কারের বৃত্তান্ত বা চাকরি জীবনের পরিচিতি। এভাবে জীবনী-পাঠ আমরা কেউই চাইনি।

[জীবনী বিষয়ক পাঠটীকায় কি কি জিনিস অন্তর্ভুক্ত করা উচিত তার জন্য “জীবনী বিষয়ক পাঠটীকা” দেখুন।]

## ৪।৪ ॥ পদ্ধতি-নির্বাচন ॥

যদিও পদ্ধতি নির্বাচন সম্পর্কে কোন সিদ্ধান্তই চূড়ান্ত নয়, প্রশিক্ষণার্থীদের সুবিধার জন্য কিছু ইঙ্গিত দেওয়া হল মাত্র।

(১) আমাদের দেশীয় শিক্ষা-ব্যবস্থায় মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় বস্তুতা এবং প্রতিপাদক পদ্ধতির ব্যবহার করা যেতে পারে। উচ্চতর শ্রেণীতে অপরিত দায়িত্ব-মূলক পদ্ধতি এবং নীচের শ্রেণীতে কার্যসমস্যা-পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে।

(২) অধ্যায় শুরুর করবার সময় বা কোন জটিল বিষয়ের ব্যাখ্যা দিতে বা বর্ণনা-মূলক পাঠ দিতে বা সামান্যিকরণে বস্তুতা-পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়। উচ্চ শ্রেণীতেই বস্তুতা-পদ্ধতি বিশেষভাবে প্রযোজ্য।

(৩) যখন ঐতিহাসিক পটভূমিকায় কোন পাঠ দেওয়া প্রয়োজন, তখন ঐতিহাসিক পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়, জীবনীমূলক পদ্ধতিও ব্যবহার করা যেতে পারে।

(৪) বিজ্ঞানের সঙ্গে বিভিন্ন বিষয়ের অন্তর্বন্ধ সৃষ্টি করে যখন জ্ঞানকে বাস্তব করে তোলার প্রয়োজন, তখন টপিক পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়।

(৫) যখন বাস্তব পটভূমিকায় সক্রিয়তার মাধ্যমে শিক্ষা দেবার প্রয়োজন, তখন কার্যসমস্যা-পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়।

(৬) কোন সূত্র বা নীতিকে সক্রিয়তার মাধ্যমে শিক্ষা দিতে এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও ধারণার সৃষ্টিতে পরীক্ষাগার পদ্ধতির প্রয়োজন। অর্পিত দায়িত্বমূলক, সমস্যা-সমাধান বা আবিষ্কার-পদ্ধতিও ব্যবহার করা যায়।

(৭) শুদ্ধ বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও ধারণা সৃষ্টি করতে ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতি উপযুক্ত।

(৮) বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রাথমিক জ্ঞান দিতে প্রতিপাদক পদ্ধতি, প্রোজেক্ট পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়। প্রতিপাদক পদ্ধতিতে যথেষ্ট সংখ্যায় দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা উপকরণ, ফিল্ম ব্যবহার করা যায়।

(৯) সর্বোপরি বিজ্ঞান-শিক্ষা-ব্যবস্থায় কাজ ও আবিষ্কারের মাধ্যমে শিক্ষার প্রেরণা বজায় রাখতে হবে। যুক্তিমূলক সিদ্ধান্ত গ্রহণে আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি ব্যবহার করতে হবে। প্রয়োজনে একাধিক পদ্ধতি একটি পাঠে ব্যবহার করা যেতে পারে।

(১০) যে কোন জটিল, প্রয়োজনীয় ও চিন্তাকর্ষক বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর ক্ষেত্রে “আলোচনা পদ্ধতি” এবং বাড়ীর কাজে “আত্মপ্রচেষ্টামূলক শিক্ষণ-পদ্ধতি” ব্যবহার করা যেতে পারে।

**বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-পরীক্ষাগার :** বিদ্যালয়ের যে কক্ষে বিজ্ঞানের পরীক্ষা সম্পন্ন করা হয়, তাকেই বিজ্ঞান-পরীক্ষাগার বলে। পরীক্ষাগারের স্থান বিদ্যালয়ের চার দেওয়ালের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকলেও তার কর্মপরিধি বিশ্বব্যাপী। কারণ যে যন্ত্রপাতি, নমুনা ইত্যাদি সেখানে ব্যবহার করা হয়, অথবা যে জ্ঞান সেখানে চর্চা করা হয়, তার উৎস এই অনন্ত বিশ্ব। প্রকৃতপক্ষে পরীক্ষাগার বিদ্যালয়ের শিক্ষা-প্রক্রিয়ার হৃদযন্ত্র বিশেষ। শুধু বিজ্ঞান নয়, অত্যাশ্চর্য শিক্ষাক্ষেত্রেও পরীক্ষাগারের প্রয়োজন হয়।

**বিজ্ঞান পরীক্ষাগারের কাজ :** ব্যক্তিগত পরীক্ষা-নিরীক্ষাসহ পরীক্ষাগারের বিভিন্ন কাজ মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে বিশেষভাবে উপযোগী বলে প্রমাণিত হয়েছে। মনস্তাত্ত্বিক দিক থেকেও পরীক্ষাগারের কাজের উপযোগিতা আছে। কারণ মানুষের মধ্যে যে সক্রিয়তার চাহিদা আছে, তার পরিতৃপ্তি ঘটতে পারে এই কাজের মাধ্যমে। পরীক্ষাগারে বস্তু, মডেল, যন্ত্রপাতি ইত্যাদি নিয়ে কাজ করতে গিয়ে শিক্ষার্থী শিক্ষণীয় বিষয়ের প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে এসে প্রকৃত প্রাথমিক জ্ঞান অর্জন করতে পারে। সব সময় না হলেও অধিকাংশ সময় অভিজ্ঞতা প্রত্যক্ষভাবে অর্জন করলে তার শিক্ষাগত মূল্যও অধিক হয়।

বিজ্ঞান-শিক্ষায় পরীক্ষাধর্মী কাজের যুক্তিমূলক প্রয়োজনীয়তার কথা বার্মিন্গহাম এবং দার্বিনস্বীকৃত যে, কোন জিনিসকে দূর থেকে দেখে বা ছবিতে দেখে যে অভিজ্ঞতা হয়, তার চাইতে অনেক বেশী অভিজ্ঞতা হয় যদি বস্তুকে নিজ হাতে নাড়াচাড়া করা যায়। অধিকাংশ শিশু নিজ হাতে কাজ করতে ভালবাসে এবং পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে সে সক্রিয়তালাভে সমর্থ হয়। সংগঠিত উপায়ে পরীক্ষাগারের পরিচালনার একটি অগ্রতম প্রধান উদ্দেশ্য শিক্ষার্থীর প্রকৌশলগত চাহিদার উপর গুরুত্ব স্থাপন করা।

### ॥ পরীক্ষাগারের কাজের সুবিধা ॥

#### ( Advantage of Practical Works Laboratory Works )

১। বিজ্ঞান পরীক্ষাগার হ'ল সমস্তার উৎস, যে সমস্তা শিক্ষার্থী সমাধান করে বা সমাধান করার চেষ্টা করে। পরীক্ষাগারের বিভিন্ন কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী অনেক সমস্তার সন্মুখীন হয় অথবা শিক্ষক বিভিন্ন সমস্তার প্রতি শিক্ষার্থীর দৃষ্টি আকর্ষণ করতে পারেন।

২। পরীক্ষাগার, শ্রেণীকক্ষ অথবা অত্যাশ্চর্য শিক্ষার্থী যে সমস্তার সন্মুখীন হয়, পরীক্ষাগারে তার সমাধান মেলে। শিক্ষার্থী তার চিন্তা, ভাবনা ও ব্যক্তিগত সক্রিয়তায় আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতিতে সমস্তা-সমাধানের চেষ্টা করে।

৩। পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থী সমাজে বিজ্ঞানীদের ভূমিকা সম্পর্কে সচেতন হয়।

৪। বিজ্ঞানের পরীক্ষাগারে বিভিন্ন বস্তু, ঘটনা ও নীতির দৃষ্টান্ত ও প্রয়োগ সম্পর্কে অবহিত হওয়া যায়। বিভিন্ন তথ্য, সূত্র বা সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই করা যায়।



সাধারণতঃ পরীক্ষাগারকে এই কাজেই সবচেয়ে বেশী ব্যবহার করা হয়। তবে পরীক্ষাগারের ভূমিকা সবদাই যাচাই করবার কাজের মধ্যে কখনই সীমাবদ্ধ থাকা উচিত নয়।

৫। পরীক্ষাগারে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের তথ্য, নীতি, ভাবধারা ও সিদ্ধান্ত সম্পর্কে প্রাথমিক জ্ঞান ও ধারণা অর্জন করতে পারে।

লিটমাস কাগজের রঙ পরিবর্তন দেখে অম্ল বা ক্ষারের রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে শিক্ষার্থী সামগ্র্যই জানতে পারে। তবু প্রাথমিক জ্ঞান হিসাবে শিক্ষার্থীর এই অভিজ্ঞতার মূল্য কম নয়।

৬। পরীক্ষাগারে শিক্ষার্থী দক্ষতা, অভ্যাস ও দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করতে পারে। পরীক্ষাগারের কাজের জন্য শিক্ষার্থীকে পরিকল্পনা করতে হয় এবং অভিজ্ঞতা সংগঠিত করতে হয়। এর ফলে তার সাংগঠনিক ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। পরীক্ষাগারে গুচিতা, সতর্কতা, পরিচ্ছন্নতা ও নৈপুণ্যের অভ্যাস তার ব্যক্তিগত জীবনে সঞ্চালিত হয়। পরীক্ষার মাধ্যমে সত্যতা যাচাইয়ের মাধ্যমে তার বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী বৃদ্ধি পায়।

৥ আলোচনা ৥ পরীক্ষাগারের কাজের এত প্রয়োজনীয়তা থাকা সত্ত্বেও প্রশ্ন ওঠে বৈচিত্র্যহীন যান্ত্রিক পুনরাবৃত্তিমূলক কাজ করে পরীক্ষাগারে সময় এবং অর্থের অপচয় করা ঠিক কি না। পরীক্ষাগারের ভূমিকা শুধু অতীত অভিজ্ঞতা যাচাই করা নয়, নতুন জ্ঞান-অন্বেষণের ক্ষেত্রেও তার উপযুক্ত ভূমিকা থাকবে। পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে উপলব্ধি করতে হবে বিজ্ঞান হ'ল মানুষের অতল সাধনার ফল। এ প্রসঙ্গে R. H. Carleton বলেছেন—*"When the laboratory and its emphasis on the investigative or research type exercise disappears from day-in, day-out science teaching, the heart and the chief inspiration of Science as a form of human endeavour have been lost."* সুতরাং পরীক্ষাগারের কাজের সংগঠনে ও পরিচালনায় অধিকতর সতর্কতার পরিচয় দিতে হবে যাতে শিক্ষার্থীর কাছে পরীক্ষাগারের কাজ কখনই একঘেয়ে বলে মনে না হয়। আন্তরিকতার সাহায্যে পরীক্ষাগারের কাজ যদি পরিচালনা করা না যায়, তাহ'লে হিতে বিপরীত হতে পারে।

## ৫।১ ৥ পরীক্ষাগার ও পরীক্ষাগারের উপকরণ ৥

### ( Laboratory & its Equipments )

আলোচনাটি আমরা তিনটি শীর্ষকে ভাগ করব—

- (১) পরীক্ষাগারের গৃহ ও নিরাপত্তা-ব্যবস্থা।
- (২) পরীক্ষাগারের আসবাবপত্র।
- (৩) পরীক্ষাগারের সাধারণ বৈজ্ঞানিক কাজের উপকরণ।

### ১। পরীক্ষাগারের গৃহ (Laboratory Room) :

পরীক্ষাগার গৃহের স্থান-নির্বাচন ও ভিত্তি-পরিকল্পনা ( Cite selection & lay out )—পরীক্ষাগার গৃহনির্মাণের পরিকল্পনা-পূর্বে নীচের বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব দিতে হবে। বিজ্ঞান-শিক্ষকের সহযোগিতায় এনজিনিয়াররা এগুলি করবেন :

- (ক) একই সময় কতজন ছাত্র পরীক্ষাগারে কাজ করবে। (খ) প্রত্যেক ছাত্রকে

কতটা জায়গা দেওয়া হবে। (গ) সাহায্যকারী ঘর (Auxiliary rooms) কতগুলি তৈরি হবে। (ঘ) বিদ্যালয়ের মূল বাড়ী এবং পরিবেশের পরিপ্রেক্ষিতে পরীক্ষাগার কোন্ স্থানে নির্মিত হবে। (ঙ) কত কম খরচে ভাল গৃহ নির্মাণ করা যেতে পারে? (চ) বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয় যেমন পদার্থবিজ্ঞান, রসায়নের জন্য পৃথক বা একটাই পরীক্ষাগার থাকবে।

**পরীক্ষাগারের আন্তঃস্বত্বীয় সুযোগ-সুবিধার পরিকল্পনা (Internal arrangement of Laboratory room) :**

(ক) আকার আয়তন (Shape & Space) — পরীক্ষাগারে ছাত্র-প্রতি সবচেয়ে সুবিধাজনক স্ম্যনতম জায়গার প্রয়োজন হ'ল মোটামুটি ৩ বর্গমিটার। পরীক্ষাগারে এক সঙ্গে কুড়িজননের বেশী ছাত্রকে কাজ করতে দেওয়ার বাস্তব অসুবিধা অনেক। মেজাজ কুড়িজন ছাত্রের জন্য স্ম্যনতম সুবিধাজনক জায়গায় প্রয়োজন হ'ল ৭ মি. × ৮ মি.। এর মধ্যে শিক্ষকের টেবিল, ছাত্রদের টেবিল, আলমারি, ব্র্যাকবোর্ড প্রভৃতি সবই থাকবে।

(খ) ছাদ ও মেঝে (Roof and floor) — সবচেয়ে ভাল হয় যদি পাথরকুচি দিয়ে ছাদ ঢালাই ও মেঝে নির্মাণ করা যায়। তাতে ছাদ থেকে কখনও জল পড়বে না এবং মেঝে স্যাঁৎসেতে হবে না। অবশ্য আর্থিক অসুবিধা থাকলে ছাদ টিন, টালি বা এ্যাসবেস্টস্ দিয়েও হতে পারে, তবে মেঝে সিমেন্ট হওয়া প্রয়োজন এবং জল-নিকাশের জন্য ঢালু হওয়া প্রয়োজন।

(গ) দরজা ও জানালা (Doors & Windows) — দরজাগুলি ছ'পাল্লা হওয়া উচিত। ভিতরের দরজাগুলি ২ × ১ মি. এবং বাইরের দরজাগুলি ২ মি. × ১'৫ মি. হ'লে ভাল হয়। বাইরের দরজার পাল্লা বাইরের দিকে থাকবে।

জানালাগুলি ১'৫ মি. × ১ মি. হওয়া প্রয়োজন। জানালার পাল্লা বাইরের দিকে থাকা উচিত। এ প্রসঙ্গে বলা যায়, আলো যাতে ভেতরে ঢুকতে পারে, কিন্তু ঝড়-বাতাস যাতে কাজের ক্ষতি করতে না পারে, তার জন্য জানালায় কাঁচের পাল্লা ব্যবস্থা করা যেতে পারে। সে ক্ষেত্রে কাঁচের পাল্লা ভেতরে থাকবে এবং কাঠের পাল্লা বাইরে থাকবে।

(ঘ) বায়ু-চলাচল (Ventilation) — পরীক্ষাগারে বায়ু-চলাচল যাতে অব্যাহত থাকে এবং বিষাক্ত বায়ু যাতে বেরিয়ে আসতে পারে, তার জন্য ভেন্টিলেটরের ব্যবস্থা থাকবে। পরীক্ষাগারে বৈদ্যুতিক পাখা ব্যবহার না করাই ভাল। তবে সুবিধার জন্য বায়ু-নিকাশন পাখা (Exhaust Fan) ব্যবহার করা যেতে পারে।

(ঙ) জল-সরবরাহ ও জল-নিকাশন (Water Supply and Drainage) — পরীক্ষাগারের নিজস্ব জলাধার থাকবে এবং সেটি ছাদের উপর বসানো থাকবে। জলাধার থেকে নলের মাধ্যমে পরীক্ষাগারে জল সরবরাহ করা হবে। দেওয়ালের পাশে এবং শিক্ষকের পরীক্ষা-টেবিলের কাছে মোট গোটা তিনেক ট্যাপযুক্ত নিক (Sink) থাকবে এবং ব্যবহৃত জল আবৃত নল বা নর্দমা বেয়ে বাইরের নর্দমা গিয়ে পড়বে।

(চ) আলোর ব্যবস্থা (Lighting) — পরীক্ষাগারে সূর্যের আলো সোজা সূজি প্রবেশ করতে দেওয়া উচিত নয়। এর বিশেষ কারণ, তাতে ঘরের উষ্ণতা বৃদ্ধি পাবে এবং যন্ত্রপাতি নষ্ট হতে পারে। সোজা সূজি আলোয় পাঠ নেওয়া অসুবিধাজনক। সেজন্য জানালায় সান শেড (Sun Shade) লাগাতে হবে। উত্তর দিকের বিক্ষিপ্ত

আলো (diffused light) যাতে ঘরে ভালভাবে প্রবেশ করতে পারে, তার ব্যবস্থা করা উচিত। ঘরের ভেতরে চুনকাম করা থাকবে। শহরের পরিবেশে যেখানে পরীক্ষাগারে আলো-প্রবেশের অসুবিধা আছে অথবা সেখানে মন্ডা পর্যন্ত কাজ করতে হয়, সেক্ষেত্রে কৃত্রিম আলোর ব্যবস্থা থাকা উচিত। সাধারণ আলোর জন্ত ঘরে টিউব লাইট থাকবে। পরীক্ষার পাঠ নেবার জন্ত টেবিল লাইটের ব্যবস্থা থাকবে। যেখানে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই, সেখানে মোমবাতির ব্যবস্থা রাখা যেতে পারে।

(ছ) গ্যাস সরবরাহ (Gas Supply) — পরীক্ষাগৃহে গ্যাস-সরবরাহ ব্যবস্থা থাকবে। যদি ব্যবস্থা না করা সম্ভব হয়, তাহলে কেরোসিন স্টোভ অথবা স্পিরিট ল্যাম্পের ব্যবস্থা রাখতে হবে।

(জ) নোংরা ফেলবার ব্যবস্থা (Dust Bin) — ব্যবহৃত আসিড, জল বা তরল পদার্থ সিলে ফেলা যেতে পারে। ময়লা কাগজপত্র, ভাঙা কাঁচ, ময়লা ফেলবার বাক্স রাখা যেতে পারে। পরে বাক্স থেকে ঐগুলি বাহিরে ফেলে দিতে হবে।

(ঝ) নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা (Safety arrangement) — আগুন নেভানোর জন্ত বালি ও কয়ল ইত্যাদি রাখতে হবে। আগুন বা অ্যাসিডে পুড়লে, হাত কাটলে বা শক লাগলে প্রাথমিক চিকিৎসার জন্ত তুলো, ডেটল, বার্নল ইত্যাদির ব্যবস্থা রাখতে হবে।

পরীক্ষাগারের সাহায্যকারী ঘর (Auxiliary Rooms) — কাজের সুবিধার জন্ত পরীক্ষাগারের লাগোয়া বা পরীক্ষাগারের ঘরের মধ্যে কতকগুলি পৃথক পৃথক অংশ রাখতে হয়। এগুলিকে সাহায্যকারী ঘর বলা হয়। যেমন—

(ক) প্রস্তুতি-ঘর বা শিক্ষকের ঘর (Preparation Room বা Teachers Room) — মত্যাৱশ্যকীয় যন্ত্রপাতিগুলি এই ঘরে থাকবে। ছাত্রদের সামনে কোন পরীক্ষা ক'রে দেখাতে হ'লে শিক্ষক এই ঘরে প্রস্তুতি নেবেন। ঘরের ক্ষেত্রফল ২০ ব. মি. হ'লে চলতে পারে।

(খ) ভাঁড়ার ঘর (Store Room) — নতুন যন্ত্রপাতি, মূল্যবান ও সুবেদী যন্ত্রপাতি এবং কম-প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি এই ঘরেই থাকবে। তাছাড়া বিষাক্ত রাসায়নিক দ্রব্য, অ্যাসিড, বিস্ফোরক পদার্থ এই ঘরেই থাকবে। এই ঘরও ২০ ব. মি. হ'লে চলবে।

(গ) অঁধার ঘর (Dark Room) — আলোক-সংক্রান্ত পরীক্ষাগুলি এই ঘরেই করা হবে। ঘরের ক্ষেত্রফল ৬ ব. মি. হলেই চলবে। ছবি তুলে এই ঘরেই ডেভেলপ ও ওয়াশ করা যেতে পারে। তবে তার জন্ত ৫ ওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন লাল বাতির ব্যবস্থা করা যেতে পারে।

(ঘ) বক্তৃতা ঘর (Lecture Room) বা বিজ্ঞানের শ্রেণীকক্ষ (Science Class Room) — বিজ্ঞানের ক্লাসগুলি সাধারণ শ্রেণীকক্ষে নেওয়া হ'লে, ডেমনস্ট্রেশনের জন্ত পরীক্ষার উপকরণ পরীক্ষাগার থেকে শ্রেণীকক্ষে নিয়ে যাওয়া, নিয়ে আসার খুব অসুবিধা হয়। এছাড়া আরও কয়েকটি বিশেষ অসুবিধা হল, বিজ্ঞান-পরীক্ষার

জন্ত শ্রেণীকক্ষে যেসব আয়োজন থাকা উচিত, সাধারণ শ্রেণীকক্ষে তা থাকে না। সেই কারণে বিজ্ঞানের জন্ত বিদ্যালয়ে পৃথক শ্রেণীকক্ষ থাকা উচিত। বিজ্ঞানের শ্রেণীকক্ষটি পরীক্ষাগার-সংলগ্ন হবে এবং পরীক্ষাগারের তেতর দিয়ে শ্রেণীকক্ষে সোজাসুজি যাতায়াতের ব্যবস্থা থাকবে। বিজ্ঞান-ঘরের পরিমাপ ৪০টি ছাত্রের জন্ত মোটামুটি ৬০ ব. মি. হ'লে চলতে পারে। আসনগুলি গ্যালারীযুক্ত হ'লে ভাল হয়, কারণ ছাত্ররা পরীক্ষাগুলি ভালভাবে দেখতে পাবে। অথবা ছাত্রদের বসবার জন্ত ডেস্ক এবং চেয়ারের বন্দোবস্ত থাকবে। ঘরের সামনের দিকে বড় মাপের একটি প্রদর্শনী টেবিল থাকবে। প্রদর্শনী টেবিলে জলের কল (Water Tap), সিক এবং গ্যাস পাইপ ইত্যাদির ব্যবস্থা থাকবে। টেবিলের একটি পাশে ড্রয়ারযুক্ত হবে। এই ড্রয়ারে পরীক্ষার জন্ত নিত্য-প্রয়োজনীয় সামগ্রী যেমন—স্পিরিট ল্যাম্প, ব্লো পাইপ (Blow Pipe), স্কেল, চাঁদা, ক্যালিপাস, থার্মোমিটার, স্টপওয়াচ ইত্যাদি থাকবে। প্রদর্শনী টেবিলের কাছেই থাকবে বড় দেওয়াল বোর্ড। ঘরের ভেতরে কৃত্রিম আলোর বন্দোবস্ত থাকবে। ঘরে একাধিক জানালা থাকবে যাতে ঘরে আলো-বাতাস প্রবেশ করতে পারে। ঘরকে যাতে ইচ্ছামত শুষ্ককার করা যায়, তার জন্ত কাঠের পালা থাকলে ভাল হয়। ঘরকে শুষ্ককার করবার জন্ত জানালায় কালো পর্দা ব্যবহার করা যেতে পারে, সে ক্ষেত্রে জানালা বন্ধ করবার প্রয়োজন হবে না। ঘরে কমপক্ষে তিনটি দরজা থাকবে। দুটি দরজা দিয়ে শিক্ষার্থীরা বাইরে যাতায়াত করতে পারবে এবং তৃতীয় দরজাটি পরীক্ষাগার ও শ্রেণীকক্ষের সংযোগস্থলে থাকবে। এটি দিয়ে শিক্ষক এবং শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাগারের সঙ্গে যোগাযোগ রাখতে সমর্থ হবে। ঘরের দেওয়ালে চার্ট টাঙাবার ব্যবস্থা থাকবে। ঘরের দেওয়ালে দেশ-বিদেশের পদার্থ ও রসায়ন-বিজ্ঞানীদের ছবি থাকবে, বিশেষ ক'রে সেই সব বৈজ্ঞানিকদের যাদের আবিষ্কার সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জানতে হবে। এই সব বৈজ্ঞানিকদের ছবি দেখে বৈজ্ঞানিকদের কর্মজীবন সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা কৌতুহলী হবে। সময়-তালিকায় ক্লাসগুলির ব্যবস্থা এমনভাবে করতে হবে, যাতে বিদ্যালয়ের দুটি বিজ্ঞানের ক্লাস একই পিরিয়ডে না পড়ে।

২। পরীক্ষাগারের আসবাব (Laboratory Furniture): ছাত্রদের টেবিল কাঠের তৈরি হবে এবং ইচ্ছামত সরানো যাবে। টেবিলের পরিমাপ হবে ১০৮ সে. মি.  $\times$  ২০ সে. মি.  $\times$  ২০ সে. মি. (উচ্চতা)।

প্রদর্শনী টেবিল—একটু বড় হবে। উঁচু পাটাতনের উপর টেবিলটি বসাতে পারলে ভাল হয়। টেবিলের পরিমাপ হবে ২৭০ সে. মি.  $\times$  ২০ সে. মি.  $\times$  ২০ সে. মি.। টেবিলে বেসিন, জলের ট্যাপ ও গ্যাস পাইপ থাকলে ভাল হয়।

ব্ল্যাক বোর্ড—প্রদর্শনী টেবিলের পাশে একটি বড় ব্ল্যাক বোর্ড থাকবে।

এছাড়া থাকবে ছাত্রদের বসবার জন্য পর্যাপ্ত সংখ্যায় টুল (Stool) এবং জিনিসপত্র রাখবার জন্ত সেলফ, ড্রয়ার এবং আলমারি ইত্যাদি।



### ৩। ভৌত বিজ্ঞান পরীক্ষাগারের মুখ্য উপকরণ ও যন্ত্রপাতি

#### (Science Apparatus and Materials)

রসায়নের পরীক্ষার জন্য সচরাচর প্রয়োজনীয় উপকরণগুলি

**পরীক্ষা-সহায়ক উপকরণ (Apparatus for Chemical Experiment) :**

রাসায়নিক তুলা, বুরেট, পিপেট, আয়তন মাপার চোঙ, বিকার (100 c.c., 250 c.c. এবং 1000 c.c. ), পরীক্ষানল (সাধারণ ও শক্ত কাঁচ নির্মিত), কাঁচকুপি (পোল তল ও চ্যাপ্টা তল বিশিষ্ট), পাতন কুপি (Distilling Flask), শঙ্কু কুপি (Conical Flask), দীর্ঘনলযুক্ত ফানেল, তারজালি, অ্যাসবেস্টস যুক্ত তারজালি, ত্রিপোয়া (Tripod Stand), বন্ধনী (Clamp), রেটর্ট ফ্লাগ, বুনসেন দীপ বা স্পিরিট ল্যাম্প, উজ্জ্বলন চামচ, খল (Mortar) ও মূড়ি (pestle), চিমটা, ফুৎল, মুচি, ঢাকনাসহ দুই মুখ খোলা কাঁচের চোঙ, গ্যাসজার, উলফস বোতল ইত্যাদি।

**বিকারক (Reagents) —**সালফিউরিক, হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড, লিটমাস কাগজ, ফিন্টার কাগজ, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, পাথুরে চুন, ক্যালসিয়াম কার্বনেট, ফোরাস, সালফাইড, পটাসিয়াম ক্লোরেট, ম্যাগনেশিয়াম ডাই অক্সাইড, দস্তার ছিবড়া, তামার ছিবড়া, জিঙ্কের ছিবড়া, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, ফিনাপথ্যালিন, সোডিয়াম ও পটাসিয়াম হাইড্রোক্সাইড, তুঁতে, সালফার, ফসফরাস, সোডিয়াম ইত্যাদি।

**যন্ত্রপাতি (Apparatus) ও অন্যান্য উপকরণ—**ছিপি ছিদ্র করবার যন্ত্র (Cork Borec), কানাডা বালসাম (Canada Balsam), ফেডিকল ইত্যাদি।

**পদার্থ-বিজ্ঞানের পরীক্ষার যন্ত্রপাতি :**

**পরিমাপক যন্ত্রপাতি (Measuring Instruments) —**সাধারণ তুলা, ব্যারোমিটার, সেন্সিটিভ থার্মোমিটার, (0°–100°), এক মিটার এবং অর্ধ মিটার সেকল, স্নাইড ক্যালিপার্স, জু গেজ, স্টপ ওয়াচ, মার্কিট-মিটার, অ্যামেটার, ভোল্ট মিটার, গ্যাল-ভ্যানোমিটার, শলাকা চুম্বক (Magnetic needle), ল্যাকটোমিটার, হেয়ার যন্ত্র, কোণ-পরিমাপক চাকা, স্টেট স্কোয়ার, কম্পাস, ডিভাইডার ট্রাভেলিং মাইক্রোস্কোপ ইত্যাদি।

**পরীক্ষা-সহায়ক উপকরণ (Materials for Physical Experiments) —**আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় বোতল, বিকার, স্পিরিট, তাপদানের যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম, দর্পণ (সমতল ও বক), কাঁচের ব্লক, প্রিজম, হেয়ার পিন, ড্রয়িং বোর্ড, পেনসিল, বোর্ড পিন, পিণ্ড (Bob), দণ্ড, চুম্বক, অশুদ্ধাকৃতি চুম্বক, সূতা, অন্তরিত তামার তার, ব্রিও স্ট্যাট, রোধ-বাক্স, টেপা চাবি, বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, ওড়িংকোথ, বায়ু নিষ্কাশন পাম্প, সুরশলাকা ইত্যাদি।

**সাধারণ উপকরণ (Common Instruments and aids for both Physics & Chemistry Laboratory) :**



প্রস্তুতি ঘর ও ভাঁড়ার ঘর মিলে একটিই ঘর হবে, তার নাম হবে শিক্ষকের ঘর। ঘরটির পরিমাপ হবে  $৭ \times ৪$  ব. মি.।

### আদর্শ পরীক্ষাগার

(৪) দরজা জানালাগুলি বড় বড় হবে। জানালা মেঝে থেকে অন্তত: ৭৫ সে. মি. উপরে বসবে। জানালার পাশায় কাঁচ ও কাঠ ব্যবহার করা হবে। ঘর অন্ধকার করতে হ'লে কাঠের কপাট বন্ধ ক'রে দিতে হবে। এক পাশা বিশিষ্ট দরজা অন্তত: দুটি থাকবে। দরজাগুলির পাশা ভেতরেই থাকবে। ভেতরের দরজাগুলি অপেক্ষাকৃত ছোট হ'লে বিশেষ ক্ষতি নেই। দরজা বন্ধ করবার জন্য ভাল তাল (রকেট তাল বা ৭নং নভতাল তাল) দরকার।

(৫) প্রদর্শনী টেবিল উচ্চ পাটাতনের (২২ সে. মি.) উপরে বসানো থাকবে। তাতে সব শিক্ষার্থী ভালভাবে পরীক্ষা দেখবার সুযোগ পাবে। প্রবর্শনী টেবিলের কাছাকাছি একটি ব্লাক বোর্ড থাকবে। পিছনের দিকেও একটি ব্লাক বোর্ড রাখা যেতে পারে। টেবিলের কাছাকাছি জায়গাতে একটি মাঝারি সাইজের আলমারি রাখতে হবে, যার মধ্যে থাকবে অত্যাবশ্যকীয় সাধারণ উপকরণগুলি। টেবিলের কাছাকাছি একটি আলমারিতে বিজ্ঞানের বিভিন্ন ধরনের বই থাকবে।

(৬) ঘরের ভেতরে দরজার কাছাকাছি নোটিশ বোর্ড থাকবে। নোটিশ বোর্ড ২ মি. লম্বা হওয়া প্রয়োজন।

(৭) শিক্ষকের টেবিলের কাছে একটি এবং শিক্ষার্থীদের ব্যবহারের জন্য ঘরের কোনের দিকে একটি বা দুটি ট্যাপযুক্ত সিঁচ থাকবে। সিঁচ থেকে ট্যাপের উচ্চতা এমন হবে যাতে বড় বোতল জলে ভর্তি করা যায়।

(৮) শিক্ষকের টেবিলের কাছে একটি এবং কোন এক দিকের দেওয়াল বরাবর একাধিক তাকযুক্ত শেল্ফ রাখা যেতে পারে। এগুলির উচ্চতা ৭৫ সে. মি. এবং প্রস্থ ৪০ সে. মি. হ'লে চলতে পারে।

(৯) আলো ও তাপের ব্যবস্থা—আলো ও শক্তির জন্য বিদ্যুৎ এবং তাপ প্রদান করবার জন্য গ্যাসের প্রয়োজনীয়তা আছে। বিকল্প হিসাবে বৈদ্যুতিক আলোর পরিবর্তে মোমবাতি এবং গ্যাসের পরিবর্তে স্পিরিট ল্যাম্প বা কেরোসিন স্টোভের ব্যবহার করা যেতে পারে।

(১০) শিক্ষার্থীদের জন্য চেয়ারের পরিবর্তে টুলের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। টুলের উচ্চতা হবে ৫৪ সে. মি.-এর মত। শিক্ষার্থীদের ব্যবহারের জন্য পাশা লাগানো দামী টেবিলের পরিবর্তে সাধারণ কাঠের টেবিলের ব্যবস্থা করা যেতে পারে। প্রতি দু'জন শিক্ষার্থীর জন্য টেবিলের পরিমাপ হবে  $১২০$  সে. মি.  $\times$   $৭০$  সে. মি., উচ্চতা হবে ৭৫ সে. মি. এবং নীচে হাঁটু রাখবার জন্য ৬৫ সে. মি. জায়গা থাকবে।

(১১) ময়লা ফেলবার জন্য তিনটি বা চারটি কাঠের বাস্ক বা টিন রাখা যেতে পারে। অবশ্য টিনের ভেতরে রঙ ক'রে দিলে ভাল হয়।

(১২) আগুন নেভাবার জন্য লাল রং করা দুটি টিনে বালি ভরে রাখতে হবে। ঘরের এক পাশে পুরানো কঞ্চল একটা রাখতে হবে। অতিরিক্ত ব্যবস্থা হিসাবে ফেনা নির্বাপক যন্ত্র (Fome Extinguisher) ব্যবহার করা যেতে পারে। এই যন্ত্রের সাহায্যে অগ্নি নির্বাপক ফেনা ছিটিয়ে আগুন নেভানো যেতে পারে।

(১৩) কাটা, পড়া ইত্যাদিতে প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য একটি বাক্সে কিছু প্রাথমিক চিকিৎসার উপকরণ রাখতে হবে।

(১৪) শিক্ষকের ঘরে ১'৮ মি. (উচ্চতা) × ১'২ মি. (প্রস্থ) × ৩০ সে. মি. (গভীরতা) পরিমাপবৃত্ত অন্ততঃ একটি আলমারিতে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি থাকবে। অপেক্ষাকৃত একটি ছোট আলমারিতে পারদ, বিবাক্ত কেমিক্যালস্ যেমন, সায়ানাইড, ফসফরাস ইত্যাদি থাকবে। এই আলমারি সব সময় তালাবদ্ধ থাকবে এবং চাবি থাকবে শিক্ষকের কাছে।

পরীক্ষাগারের মূল ঘরটি প্রদর্শনী-কক্ষ বা বিজ্ঞানের শ্রেণী-কক্ষ বা বক্তৃতা-কক্ষ হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

### ন্যূনতম প্রয়োজন-ভিত্তিক পরীক্ষাগারের অসুবিধা

(১) মূল পরীক্ষাগারের ঘরে বক্তৃতা ও ডেমন্স্ট্রেশন দেওয়া যেতে পারে। সে হিসেবে ঘরটিকে বিজ্ঞানের শ্রেণীকক্ষ ব'লে ব্যবহার করা যায়।

(২) আসবাবপত্রগুলি সাধারণ এবং সহজেই স্থানান্তরিত করা যায়।

(৩) আলমারি, টেবিল ও ঘরের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত কম। সেগুলির খরচ খুবই কম এবং সেগুলি দিয়ে সহজেই পরীক্ষার কাজ চালানো যায়।

(৪) বিদ্যুত ও গ্যাস না থাকলেও কাজের অসুবিধা হয় না ইত্যাদি।

### ৫।৩ ॥ পরীক্ষাগার সংগঠনের নীতি ॥

#### (Principles of Organisation of Science Laboratory)

পরীক্ষাগার সংগঠনের নীতির অন্তর্ভুক্ত হ'ল—

(১) যন্ত্রপাতি ও উপকরণ নির্বাচন ও তালিকা প্রণয়ন (Selecting and listing necessary laboratory equipments)।

(২) যন্ত্রপাতি ও উপকরণের মান ও সংখ্যা নির্ধারণ (Determining the quality and number of items)।

(৩) যন্ত্রপাতি ক্রয় (Purchasing equipments)।

(৪) যন্ত্রপাতির হিসেবের খাতা (Stock Register)।

(৫) নষ্ট যন্ত্রপাতির হিসেবের খাতা (Breakage Register)।

(৬) পরীক্ষাগারের কাগজপত্র (Paper of Laboratory)।

(৭) পরীক্ষাগারের গ্রন্থাগার (Science Library)।



**যন্ত্রপাতি ও উপকরণ নির্বাচন ও তালিকা প্রণয়ন :** যন্ত্রপাতি ও উপকরণ নির্বাচনের ক্ষেত্রে যে বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব দিতে হবে, সেগুলি হ'ল—(ক) বিজ্ঞানের শিক্ষণীয় বিষয়, (খ) শিক্ষা-পদ্ধতি, (গ) ছাত্র ও শিক্ষকের যোগ্যতা। নির্বাচিত যন্ত্রপাতি ও উপকরণের একটি তালিকা প্রণয়ন করতে হবে।

**যন্ত্রপাতি ও উপকরণের গুণগত মান ও পরিমাণ :** যন্ত্রপাতি ও উপকরণ-গুলির গুণগত মান নির্ণয়ে বিদ্যালয়ের আর্থিক অবস্থার উপর বেশী গুরুত্ব দিতে হবে। পরিমাণ-নির্ণয়ের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর সংখ্যা, বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য অনুমোদিত সময়, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণের বর্তমান স্টক এবং বিদ্যালয়ের আর্থিক অবস্থার উপর গুরুত্ব দিতে হবে। সাধারণভাবে ডেমনস্ট্রেশনের যন্ত্রপাতিগুলি আকারে বড় হওয়া প্রয়োজন। পরিমাণের যন্ত্রপাতিগুলি ত্রুটিহীন হওয়া প্রয়োজন।

**যন্ত্রপাতি ক্রয় :** বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠানগুলির নাম শিক্ষকে জানতে হবে। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতিগুলির গুণগত মান ও মূল্য সম্পর্কে শিক্ষকে জেনে নিতে হবে প্রতিষ্ঠানগুলির কাছ থেকে। বিজ্ঞান-শিক্ষক এই কাজটি বিদ্যালয়ের অফিসের মাধ্যমে করবেন। প্রয়োজনীয় মানের জিনিসটির দাম যে কোম্পানী সবচেয়ে কম বলেছেন, তাকেই সেই যন্ত্রপাতি সরবরাহ করবার নির্দেশ দেওয়া হবে। বিভিন্ন কোম্পানীর ক্যাটালগ থেকে যন্ত্রপাতি ক্রয়ের অর্ডার দেওয়া যেতে পারে। কোম্পানী যখন জিনিসপত্র পাঠাবে, তখন প্রতিটি জিনিস আছে কি না দেখতে হবে এবং থাকলে সঙ্গে সঙ্গে কার্যকারিতা যাচাই করে নিতে হবে। কোন অভিযোগ থাকলে সঙ্গে সঙ্গেই জানাতে হবে।

**যন্ত্রপাতির হিসেবের খাতা ( Stock Register ) :** স্টক খাতা হবে দুটি (ক) ক্ষয়িষ্ণু উপকরণের স্টক ( Stock Register for Consumable articles ), (খ) অক্ষয় যন্ত্রপাতির স্টক ( Stock Register for non-consumable articles ) যে জিনিসগুলি কেনা হবে তার নাম, দাম ও তারিখ সঙ্গে সঙ্গে স্টক খাতায় তুলতে হবে। বিকারক, পারদ, লিটমাস পেপার, ফিলটার পেপার, অত্যন্ত ভঙ্গুর জিনিস যেমন—পরীক্ষানল ( Test Tube ) ইত্যাদির হিসেব Non-consumable Stock-এ রাখতে হবে।

তুলা, থার্মোমিটার, স্লাস্ক, দর্পণ, চুষক ইত্যাদির হিসেব তুলতে হবে Non-Consumable Stock-এ।

**নষ্ট যন্ত্রপাতির হিসেবের খাতা ( Breakage Register ) :** Non-Consumable স্টকের জিনিসগুলি নানা কারণে নষ্ট হতে পারে, ভেঙ্গে যেতে পারে, অকেজো হতে পারে। এসব জিনিসের হিসেব রাখতে হবে Breakage Register-এ। Brekage Register এবং Non-Consumable Stock Register মিলিয়ে বোঝা যাবে কোন উপকরণ কি পরিমাণে আছে।

**পরীক্ষাগারের কাগজপত্র :** পরীক্ষাগারের কাজ পরিচালনার জন্য শিক্ষকের

প্রয়োজন—(১) চারটি নোটবুক, (২) তিনটি ফাইল, (৩) তিনটি বিশেষধর্মী পত্র এবং (৪) কিছু বাজে কাগজ।

॥ ১ ॥ চারটি নোটবুক : (ক) পরীক্ষাগার সহায়কের নোটবুক : শিক্ষক আগামী দিনের পরীক্ষার জন্য যে যন্ত্রপাতিগুলি প্রয়োজনীয় মনে করেন, তার তালিকা এই বই-এ লিখে দেবেন। সহায়ক ঐ তালিকা অনুসারে নির্দিষ্ট দিনে নির্দিষ্ট সময়ে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলি গুছিয়ে রাখবে। কোন অনুবিধা হলে সহায়ক শিক্ষককে জানাবে। কাজ করতে করতে সহায়ক যখন কাজ শিখে ফেলবে, তখন যন্ত্রপাতির বিস্তারিত নাম উল্লেখের পরিবর্তে শিক্ষক শুধু পরীক্ষার নাম যেমন—“অক্সিজেন প্রস্তুতির পরীক্ষা” উল্লেখ করলেই সহায়ক প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি গুছিয়ে রাখতে পারবে। এই বই থেকে জানা যেতে পারে প্রতিদিন কি কাজ হয়েছে। কোন দুর্ঘটনা ঘটলে বা জিনিসপত্র ভেঙে গেলে এই বইতে লিখে রাখা যেতে পারে।

(খ) স্টক বই : আগেই আলোচনা করা হয়েছে।

(গ) হিসেবের বই (Account Book) : পরীক্ষাগারের জিনিস কেনবার জন্য কত টাকা পাওয়া গিয়েছে এবং কত টাকা খরচ হয়েছে, তার হিসেব থাকবে এই বইতে।

(ঘ) পরীক্ষাগারের নোটবই—শিক্ষক তাঁর কাজের পরিকল্পনাগুলি এই বইতে লিখে রাখবেন। প্রয়োজন হ'লে চিত্র, গাণিতিক সমস্যা, প্রশ্ন ইত্যাদি এই বইতে তিনি লিপিবদ্ধ করবেন। বিজ্ঞানের ভাল প্রবন্ধ, চিত্র সংগ্রহ ক'রে এই নোটবইতে আটকে রাখা যেতে পারে।

॥ ২ ॥ তিনটি ফাইল : (ক) বিজ্ঞাপনের ফাইল—নতুন বইয়ের বিজ্ঞাপন, বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সরবরাহকারী সংস্থার বিজ্ঞাপন বা বিজ্ঞানধর্মী চিত্র ইত্যাদি বিজ্ঞাপনের ফাইল রাখা যেতে পারে। এখান থেকে কিছু বিজ্ঞাপন নোটিশ বোর্ডে দেওয়া যেতে পারে।

(খ) অর্ডার ফাইল—কি অর্ডার দেওয়া হয়েছিল এবং কি পাওয়া গেছে, তার বিবরণগুলি অর্ডার ফাইল থেকে জানা যেতে পারে।

(গ) ভ্রমণ এবং প্রদর্শনীর ফাইল।

॥ ৩ ॥ তিনটি বিশেষ ধরনের পত্র—(ক) পরীক্ষাগারে নিয়ম-কানুন-সংবলিত কাগজ : এই কাগজে লেখা থাকবে পরীক্ষাগারের কাজের জন্য শিক্ষার্থীদের কি ধরনের নিয়ম-শৃংখলা মেনে চলতে হবে। কাগজটি শিক্ষক নোটিশ বোর্ডে আটকে দেবেন।

(খ) স্থানীয় বৈশিষ্ট্য (Local Characteristics)—এই কাগজে লেখা থাকবে পরীক্ষাগারের অক্ষাংশ, দ্রাঘিমা, সমুদ্র-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা, চ্যুতি কোণ, অভিকর্ষজ ত্বরণ ইত্যাদি। বিবরণগুলির অধিকাংশই কোন ভাল মানচিত্র থেকে সংগ্রহ করা যেতে পারে।

(গ) **চাহিদার তালিকা (Want List)**—পরীক্ষাগারে কখন কোন জিনিস ফুরিয়ে যাচ্ছে, তার হিসেব একটি কাগজে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

॥ ৪ ॥ **বাজে কাগজ**—গুঁড়া জিনিস ছাত্রছাত্রীদের দেবার জন্য ও তুলাযন্ত্র পরিষ্কার করবার জন্য কিছু বাজে কাগজ পরীক্ষাগারে রাখতে হবে।

**পরীক্ষাগারের গ্রন্থ-ভাণ্ডার :**

পরীক্ষাগারের ভেতরে শিক্ষকের টেবিলের কাছে ছোট আলমারিতে কিছু বিজ্ঞানের বই রাখতে হবে। বইগুলির মধ্যে বিজ্ঞান-নির্বাচিত পাঠ্যপুস্তক ছাড়াও থাকবে রাজ্যের শিক্ষাবিভাগ অনুমোদিত পাঠ্যপুস্তক এবং সহজ ভাষায় লেখা ছবি-সংবলিত বিজ্ঞান-বিষয়ক বই। শিক্ষকের জন্য কিছু রেফারেন্স বইও থাকবে।

৫।৪ **যন্ত্রপাতির সংরক্ষণ**

(Storage and Reservation of Apparatus & Chemicals)

যন্ত্রপাতিগুলির নাম ঠিক-খাতায় আত্মস্বর অনুযায়ী সাজিয়ে তুলতে হবে। পদার্থবিজ্ঞানের ঠিক-খাতায় নাম তোলার সময় প্রথমে যন্ত্রপাতির নামগুলিকে সাধারণ পদার্থবিজ্ঞান, তাপবিজ্ঞান, আলোক, চৌম্বকত্ব, শব্দ, তড়িৎবিজ্ঞান ইত্যাদি বিভিন্ন বিভাগে সাজিয়ে নিয়ে তারপর প্রত্যেক বিভাগে যন্ত্রপাতি ও উপকরণের নাম আত্মস্বর দিয়ে আভিধানিক ক্রমে সাজিয়ে নিতে হবে। ঠিক খাতায় স্থচীপত্রের জন্য কয়েক পাতা ছেড়ে দিতে হবে। বছরে একবার ঠিকবুক চেক (check) করতে হবে। এরপর ঠিক করতে হবে কাজের সুবিধার জন্য, জিনিসপত্র ভাল অবস্থায় রাখার জন্য, দুর্ঘটনার হাত থেকে রক্ষা পাবার জন্য কোন জিনিসকে কোথায় রাখা হবে এবং কিভাবে রাখা হবে।

**কোথায় রাখা হবে?**

**বিষাক্ত পদার্থ :** পটাসিয়াম মায়নাইড, ফসফরাস, লেড অ্যাসিটেট, সোডিয়াম, পারদ, ক্লোরোফর্ম, ইথার ইত্যাদি আলমারির ভেতরে ভাল বন্ধ করে রাখতে হবে। ফসফরাসকে জলের মধ্যে এবং সোডিয়ামকে কেরোসিন তেলের মধ্যে ডুবিয়ে রাখতে হবে।

**গাঢ় অ্যাসিড :** গাঢ় অ্যাসিড আলমারির মধ্যে নীচের তাকে থাকবে যাতে পড়ে গেলেও চোখে মুখে না লাগতে পারে।

**বিকারক :** বিকারকগুলিকে কয়েকটি গ্রুপে ভাগ করে এক একটি গ্রুপের বিকারকের বোতলগুলিকে আলমারির মধ্যে নির্দিষ্ট জায়গাতে রাখতে হবে। গ্রুপগুলি সোডিয়াম গ্রুপ, পটাসিয়াম গ্রুপ ইত্যাদি হতে পারে।

**লম্বা জিনিস :** মাপনী চোঙ, গ্যাস জার এবং অল্পরূপ লম্বা জিনিসগুলিতে যাতে ময়লা না ধরে তার জন্য আলমারিতে রাখা বাঞ্ছনীয়। মিটার রুলার আলমারির মাথার উপর রাখা যেতে পারে। তুলা, সনোমিটার প্রভৃতি যন্ত্রপাতি শেল্ফ বা তাকের মাথায় ওপরে রাখা যেতে পারে।

**মূল্যবান সামগ্রী :** স্টপ ওয়াচ, ম্যানিটোমিটার, ভোল্ট মিটার, গ্যালভ্যানোমিটার, অল্পবিক্ষেপ যন্ত্র প্রভৃতি যন্ত্রপাতি আলমারিতে রাখাই ভাল।

**ভঙ্গুর ও ক্ষুদ্র সামগ্রী :** যুচি (Crucible), ওয়াচ গ্লাস, পিপেট, কর্ক, রবার স্টপার, ক্লিপ, লেনস, গ্যাস জারের ঢাকনা ছোট ছোট কাঠের বাক্সে রাখা যেতে পারে। তবে প্রত্যেক বাক্সের গায়ে লেবেল এঁটে দিতে হবে।

**কিভাবে রাখা হবে ?**

লোহার যন্ত্রপাতিতে ভেসলিন বা গ্রীজ লাগিয়ে রাখতে হবে মরীচা নিবারণের জন্য আলোর পরীক্ষায় ব্যবহৃত দামী কাঁচের উপকরণগুলিকে ক্রানেল অথবা স্ত্রাময় লেদার দিয়ে মুছতে হবে। আলোর পরীক্ষায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলির মধ্যে যাতে ফাংগাস না ধরতে পারে, তার জন্য যন্ত্রপাতিগুলির মধ্যে সিলিকা জেল দিয়ে রাখতে হবে। তড়িৎ কোষগুলিকে আলমারির মধ্যে রাখতে হবে যাতে ডাম্প না ধরতে পারে। রবারের পাইপে যাতে রোদ্র না লাগে, তার ব্যবস্থা করতে হবে। সতর্কতার জন্য রবারের পাইপের কুণ্ডলীতে ফ্রেন্চ চক (French Chalk) বা গায়ে-মাখা পাউডার ছিটিয়ে রাখা যেতে পারে। অশুদ্ধরাক্তি চুষক বা দণ্ড চুষকের চুষকত্ব যাতে নষ্ট না হয়, তার জন্য চৌম্বক রক্ষক (Magnetic Keeper) ব্যবহার করতে হবে।

**৫।৫ পরীক্ষাগারের কাজ পরিচালনার নিয়ম (Organisation of Laboratory Work)**—এই নিয়মের অন্তর্ভুক্ত হ'ল কয়েকটি জিনিস

- (১) শিক্ষক, শিক্ষার্থী ও পরীক্ষাগার সহায়কের কর্তব্য নির্ধারণ।
- (২) পরীক্ষাগৃহে সতর্কতা।
- (৩) পরীক্ষাগৃহে দুর্ঘটনার প্রাথমিক চিকিৎসা।
- (৪) শিক্ষার্থীদের দল-বিভাজন (Grouping of Students)।
- (৫) শিক্ষার্থীর এবং দলের মধ্যে কাজ বণ্টন (Distribution of works among the students and groups)।

১। (ক) **পরীক্ষাগার সহায়কের কর্তব্য**—সহায়কের প্রধান কর্তব্য হ'ল পরীক্ষাগারের দরজা-জানালা খোলা ও বন্ধ করা যায়, ঘর ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার ক'রে গুছিয়ে রাখা, পরীক্ষাগারের কাজ চলাকালীন শিক্ষক এবং শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা, পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি আগের থেকে গুছিয়ে রাখা, বাজার থেকে পরীক্ষাগারের যন্ত্রপাতি কিনে নিয়ে আসা, ভাঁড়ার ঘরের যন্ত্রপাতি চেক করা, যন্ত্রপাতিগুলির সামান্য মেরামতি কাজগুলি করা, ঝালাই করা, অকেজো জিনিসগুলিকে পৃথক ক'রে রাখা, পরীক্ষার কাজ হয়ে গেলে যন্ত্রপাতিগুলিকে যথাস্থানে সাজিয়ে রাখা।

পরীক্ষাগারে সহায়কের লেখাপড়ায় সামান্য জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। তাকে পরিশ্রমী, দৃঢ় এবং চালাক-চতুর হতে হবে। কাজে সহায়তা করবার জন্য শিক্ষক তাকে উপযুক্ত প্রশিক্ষণ দেবেন।

**শিক্ষকের কর্তব্য :** প্রধান কর্তব্যগুলি হ'ল পরীক্ষার কাজ শুরু হবার আগে যন্ত্রপাতিগুলি গুছিয়ে রাখতে তিনি সহায়ককে নির্দেশ দেবেন। যথা সময়ে পরীক্ষাগারে



আসবেন। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সব সাজানো হয়েছে কি না, দেখে নেবেন। পরীক্ষা চলাকালীন সকলের কাজ ঘুরে ঘুরে দেখবেন এবং সাহায্য করবেন। পরীক্ষার কাজগুলি ছাত্রদের আগে ভাগে জানিয়ে দেবেন এবং পরীক্ষার উদ্দেশ্য সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করবেন। নতুন নতুন যন্ত্রপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার, পরীক্ষার বিপজ্জনক ও জটিল অংশগুলি সম্পর্কে ছাত্রদের অবহিত করবেন। জটিল এবং বিপদজনক পরীক্ষাগুলিকে শিক্ষক ডেমন্স্ট্রেশন করবেন। পরীক্ষাগারের দুর্ঘটনা-প্রতিরোধের সতর্কতামূলক ব্যবস্থাগুলি এবং প্রাথমিক চিকিৎসার উপকরণগুলি তিনি সঙ্গে সঙ্গে চেক করবেন। ছাত্রদের অবশ্যপালনীয় কর্তব্যগুলি নোটিশ বোর্ডে টাঙিয়ে দেবেন এবং কর্তব্যভঙ্গের জন্য শাস্তির বিধানও উল্লেখ করবেন।

(গ) শিক্ষার্থীর কর্তব্য : শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাগারের নিয়ম শৃঙ্খলা যেনে চলবে, যেমন—

- (ক) শিক্ষকের অনুপস্থিতিতে কেউ পরীক্ষাগারে চুকবে না।
  - (খ) কোন জিনিসপত্র পরীক্ষাগার থেকে বাইরে নিয়ে যাবে না।
  - (গ) বিনা অনুমতিতে কোন পরীক্ষা শুরু করা চলবে না।
  - (ঘ) দুর্ঘটনা ঘটলে বা যন্ত্রপাতি ভাঙলে তারা শিক্ষককে সঙ্গে সঙ্গে সংবাদ দেবে।
- পরীক্ষার শেষে যন্ত্রপাতিগুলি পরিষ্কার করে ফেরৎ দেবে বা ঠিক জায়গায় গুছিয়ে রাখবে। গ্যাসের কল, জলের কল, বৈদ্যুতিক স্নইচ কাজের শেষে বন্ধ করে দেবে। সিন্ধ-এ কোন কঠিন দ্রব্য ফেলবে না।

২। পরীক্ষাগৃহে সতর্কতা : পরীক্ষাগারে অসতর্কতার ফলে সব সময় যে জীবনহানি ঘটে তাই নয়, পুরো পরীক্ষার কাজ ভেঙে হতে পারে এবং দ্বিতীয় যন্ত্রপাতি নষ্ট হতে পারে। সুতরাং সতর্কতা গ্রহণ করেই পরীক্ষা সম্পন্ন করা উচিত। পরীক্ষার কাজ শুরু হবার আগেই শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সতর্কতার প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ করেবেন। না করলে শেষ পর্যন্ত শিক্ষক আইন অনুযায়ী দণ্ডিত হতে পারেন।

১। সতর্কতা ৥ রাসায়নিক পরীক্ষায় :

(i) শিক্ষকের পরামর্শ না নিয়ে কোন দ্রব্য বা বিকারক স্পর্শ করা উচিত নয় এবং তার স্বাদ গ্রহণ করা উচিত নয়।

(ii) গাঢ় অ্যাসিড নিয়ে কাজ করবার সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে, যেমন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে জল না ঢেলে, জলের মধ্যেই ফোটা ফোটা সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালতে হবে। গাঢ় অ্যাসিড তোলা বা ঢালার জন্য ফাঁপা কাঁচের দণ্ড ব্যবহার করা যেতে পারে।

(iii) টেস্ট টিউব হাত দিয়ে ধরে কোন কাজ করা উচিত নয়।

(iv) টেস্ট টিউব উত্তপ্ত করবার সময় সতর্কতা গ্রহণ করতে হবে। টেস্ট টিউবকে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে যথাসম্ভব পুরো টেস্ট টিউবে তাপ বন্টন করতে হবে এবং টেস্ট টিউবের মুখ নিজের দেহের দিকে ধরা উচিত নয়।

(v) বিকারক ব্যবহারের পূর্বে তার লেবেল ভাল করে পড়ে নেওয়া প্রয়োজন।

(vi) কখনও যথেষ্ট বিকারক ব্যবহার করা উচিত নয়।

(vii) কাটা কাঁচের যত্নপাতি নিয়ে কাজ করা উচিত নয়।

(viii) কাঁচ-নির্মিত মাপক যন্ত্রপাতিকে অগ্নিশিখার কাছে রাখা উচিত নয়।

(ix) ব্রেট, কাঁচকুপি বা বকযন্ত্র বন্ধনীর সাহায্যে আটকাবার সময় বন্ধনীর চাপ যাতে বেশী না হয় সেটা দেখা দরকার।

### পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষায় :

(i) পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষায় বিদ্যুতের ব্যবহার বেশী। সুতরাং যাতে Short circuit না হয়, তার জন্য সতর্কতা প্রয়োজন। লাইট চালু থাকলে বৈদ্যুতিক তারে কখনই হাত দেওয়া উচিত নয়। কোন স্প্লিচ কোথায় আছে, সেটি সকলেরই জানা প্রয়োজন। পায়ে রবারের চটি পরে কাজ করলে বিপদের সম্ভাবনা অপেক্ষাকৃত কম থাকে।

(ii) কোন উত্তপ্ত জিনিস হাত দিয়ে ধরা উচিত নয়। উত্তপ্ত জিনিস কাঠের উপর রাখা ঠিক নয়। তাপ-সম্বন্ধীয় কাজ করবার সময় ধারে কাছে কোন দাছ বা বিস্ফোরক পদার্থ থাকা উচিত নয়।

(iii) অ্যাসিড বা ফুটন্ত তরলের উপরে চোখ রেখে কখনও পর্যবেক্ষণ করা উচিত নয়।

(iv) কোন জিনিস আঘাত ক'রে কাটবার সময় চোখ সম্পর্কে সচেতন থাকতে হবে।

(v) কোন যন্ত্রকে নীমার (Capacity) অতিরিক্ত কোন কাজে ব্যবহার করা ঠিক নয়।

(vi) হাতে বা থাকলে সেটা আবৃত ক'রেই পরীক্ষার কাজ করা উচিত।

### দুর্ঘটনা ও প্রাথমিক চিকিৎসা ( First Aid )—

সতর্কতা গ্রহণ করলেও আকস্মিকভাবে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। সেই সম্ভাব্য পরিস্থিতিতে প্রাথমিকভাবে মোকাবিলা করবার জন্য ব্যবস্থা থাকা উচিত। এর জন্য পরীক্ষাগারে অগ্নি-নির্বাপণ যন্ত্র ও প্রাথমিক চিকিৎসার ব্যবস্থা রাখতে হবে, আগেই বলা হয়েছে। প্রাথমিক চিকিৎসার পর ডাক্তারকে খবর পাঠাতে হবে।

কেটে গেলে—কেটে গেলে ডেটল বা টিংচার আইয়োডিন লাগিয়ে ক্ষতস্থান তুলার মোটা ব্যান্ডেজ দিয়ে বেঁধে দিতে হবে। তাতেও রক্ত পড়া বন্ধ না হলে আরও এক প্রস্থ ব্যান্ডেজ দিয়ে বেঁধে দিতে হবে।

পড়ুড়ে গেলে—ক্ষতস্থানে বার্নল, ফরাসিন লাগিয়ে বেঁধে দিতে হবে। অ্যাসিডে পড়ুড়ে পাতলা  $\text{NaHCO}_3$  দ্রবণ দিয়ে ক্ষতস্থান ধুয়ে ভেজলিনের সঙ্গে শব্দক  $\text{NaHCO}_3$  বা  $\text{MgCO}_3$  মিশিয়ে ক্ষতস্থান ব্যান্ডেজ ক'রে দিতে হবে।

বিষক্রিয়া হ'লে—নিশ্বাসের সঙ্গে বিষাক্ত গ্যাস ভেতরে গেলে পাতলা  $\text{NH}_4 \text{OH}$  দ্রবণের গন্ধ শব্দকতে দিতে হবে এবং শিক্ষার্থীকে উদ্ভুক্ত স্থানে নিয়ে যেতে হবে।

ক্ষয়কারক পদার্থ (Corrosive Substance) খেয়ে ফেললে মৃদু দুইয়ে ডিমের সাদা অংশ খেতে দিতে হবে। অ্যাসিড ভেতরে গেলে চুনের জল বা মিল্ক অব

ম্যাগনেসিয়া এবং ক্ষার খেয়ে ফেললে প্রচুর জল বা ১% অ্যাসেটিক অ্যাসিড বা লেবদর রস পান করাতে হবে

**উত্তেজক পদার্থ** (Non-corrosive বা Stimulant) খেয়ে ফেললে সঙ্গে সঙ্গে এক চামচ খাবার লবণ গুলে খাওয়ানো যেতে পারে। পরে ডিমের সাদা অংশ ও দুধ খেতে দিতে হবে।

**বৈদ্যুতিক শক লাগলে**—আগে সুইচ বন্ধ করতে হবে। রোগীকে চিৎ করে শুইয়ে দিয়ে স্থির রাখতে হবে এবং শরীর গরম রাখবার ব্যবস্থা করতে হবে। এরজন্য তাকে গরম চা খাওয়ানো যেতে পারে। যদি বেশী শক লাগে, তাহলে উন্মুক্ত স্থানে নিয়ে গিয়ে কৃত্রিম শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যবস্থা করতে হবে।

**চোখে আঘাত লাগলে**—চোখে ক্ষার ঢুকলে প্রথমে জল দিয়ে ধুয়ে ১% বোরিক অ্যাসিড লাগাতে হবে। অ্যাসিড ঢুকলে জল দিয়ে ধুয়ে ১% সোডিয়াম কার্বনেট লাগাতে হবে। কাঠিন জিনিস চোখের ভেতরে ঢুকলে বের করবার সতর্কতা গ্রহণ করতে হবে। লোহার জিনিস হ'লে শক্তিশালী চুম্বক দিয়ে বের করে নেওয়া যেতে পারে।

**মর্দিত হ'লে**—শিক্ষার্থীকে ফাঁকা জায়গায় নিয়ে এসে মাথা দুই হাঁটুর মধ্যে রেখে তাকে বসাতে হবে। শরীর গরম করবার জন্য কফি, চা ইত্যাদি দেওয়া যেতে পারে। নাকের কাছে স্মেলিং সল্ট (Smelling Salt) ধরলে বা শুকনো লংকা পুড়িয়ে ধরলেও অনেক সময় কাজ হয়।

**শিক্ষার্থীদের দল-বিভাজন এবং শিক্ষার্থী ও দলের মধ্যে কাজ-বন্টন**—(পরীক্ষাগার পদ্ধতি দেখুন।)

## ৫।৬ ব্যবহারিক কাজের বই এবং পরীক্ষাগারের ম্যানুয়্যাল (Practical Text Books & Laboratory Manual)

ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল হ'ল এক ধরনের বই যার মধ্যে থাকবে পরীক্ষাগারের বিভিন্ন কাজের নির্দেশ, কাজ করবার নিয়ম, কাজের বিবরণ লিপিবদ্ধ করবার নিয়ম সতর্কতা সম্পর্কিত বিধি এবং আলোচনা। আধুনিক ম্যানুয়্যালগুলিতে কাজের বিবরণ লিপিবদ্ধ করবার উপায় হিসেবে থাকে—

- (ক) কিছু ছক ষেগুদলি পরীক্ষাগারের কাজের ভিত্তিতে পূরণ করতে হয়
- (খ) কিছু অপূর্ণ বাক্য ষেগুদলি পূর্ণ করতে হবে
- (গ) কিছু চিত্র ষেগুদলির বিভিন্ন অংশের নামাঙ্কন করতে হবে
- (ঘ) নির্দেশিত নকশা আঁকবার খালি জায়গা
- (ঙ) লেখচিত্র অঙ্কনের জন্য খালি জায়গা এবং সেই সঙ্গে থাকে লেখচিত্র অঙ্কনের প্রয়োজনীয় নির্দেশ।

ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যালের নির্দেশগুলি সুবিবেচিত এবং নির্দিষ্ট। কর্মক্লাস্ত শিক্ষকের পক্ষে শিক্ষার্থীদের পরীক্ষার কাজের জন্য পুঙ্খানুপুঙ্খ নির্দেশ তৈরি করা

ভোঃ বিঃ শিঃ—১১ (Jo)

এবং দেওয়া অসুবিধাজনক, কারণ সেটা সময়সাপেক্ষ কাজ। আর তাছাড়া নির্দেশ দেবার জন্য সময়-পত্রিকাতে সময় মেলে না। বিকল্প ব্যবস্থা হিসেবে তিনি ছাত্রদের হাতে ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল তুলে দিতে পারেন। ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল অনুসরণ করলে শিক্ষার্থী সহজে এবং নির্ভুলভাবে কাজ করতে সমর্থ হয়, শিক্ষার্থীর নিজস্ব চিন্তা-ভাবনার বিশেষ প্রয়োজন হয় না।

নতুন শিক্ষক অনেক সময় প্রশিক্ষণ এবং অভিজ্ঞতার অভাবে পরীক্ষাগারের কাজ পরিচালনা করতে গিয়ে অসুবিধা বোধ করেন। সে-ক্ষেত্রে ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল তার কাছে দিগদর্শন হিসেবে কাজ করে। যে-সব শিক্ষার্থী নিজে কাজ করতে ভালবাসে অথবা যারা অসুস্থতা ও বিভিন্ন কারণে অনেকদিন বিদ্যালয়ে উপস্থিত হ'তে পারেনি, তারাও এই ম্যানুয়্যাল থেকে ব্যক্তিগতভাবে কাজের নির্দেশ পেতে পারে।

**ম্যানুয়্যাল ব্যবহারের অসুবিধা**—ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যালের কতকগুলি অসুবিধাও আছে—

১। ১। সবচেয়ে বড় অসুবিধা হ'ল বৈচিত্র্যহীনতা। পরীক্ষার কাজকে বৈচিত্র্য-ধর্মী ক'রে তুলতে হ'লে ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যালের সাহায্য বিশেষ পাওয়া যাবে না তার কারণ, এক বিশেষ উপায়ে কাজ করবার জন্য নির্দেশগুলি তৈরি করা হয়েছে। শিক্ষক যেমন শিক্ষার্থীদের চাহিদা ও যোগ্যতা এবং পরীক্ষাগারের কাজের সুযোগ-সুবিধার ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের ভিন্নভাবে নির্দেশ দিতে পারেন, ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যালে সেভাবে নির্দেশ কখনই পাওয়া যেতে পারে না।

২। ২। ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল-এর আর একটি অসুবিধা হ'ল, এখানে যে-সব কাজের নির্দেশ আছে সেগুলি হ'ল “কোন সূত্র বা তত্ত্বের সত্যতা কিভাবে যাচাই করতে হয়”, “কিভাবে কাজ করলে কোন নির্দিষ্ট ফল মিলতে পারে” ইত্যাদি। এই নির্দেশগুলি শিক্ষার্থী অস্থভাবে অনুসরণ ক'রেই কাজ করে। আবিষ্কারধর্মী কাজে এই ম্যানুয়্যাল কোন কাজেই আসে না। সুতরাং ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল দেখে কাজ করতে গেলে শিক্ষার্থীর যে স্বাধীন চিন্তা-ক্ষমতাই নষ্ট হবে তাই নয়, যান্ত্রিক এবং ধরাবাঁধা কাজে সে আগ্রহ হারিয়ে ফেলতে পারে।

২। ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল সম্পর্কে কয়েকটি মতামত ২।

ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল ব্যবহার করা হ'বে ঠিকই, কিন্তু শর্তসাপেক্ষে—

(ক) অধ্যাপক ঘনশ্যাম দাশ বলেছেন যে, ম্যানুয়্যাল হিসেবে Dr. White House-এর “Assignment in Elementary Science for Matriculation” বইটা ব্যবহার করা যেতে পারে। শিক্ষক নিজে ম্যানুয়্যাল তৈরি করতে পারলে ভালই হয়। তাতে থাকবে—

- (i) কিভাবে হস্তপাতি সাজাতে হবে
- (ii) পরীক্ষার কাজের সতর্কতা
- (iii) পরীক্ষার বিবরণ লিপিবদ্ধ করবার নিয়ম
- (iv) কোন পরীক্ষাগুলি করতে হবে। (বিস্তৃত নির্দেশ দিতে যাওয়া অনুচিত, কারণ তা পড়তে গেলে শিক্ষার্থীর সময়ের প্রয়োজন।)



(খ) J. S. Richardson-এর মতে, শিক্ষার্থী ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল পড়বে, কিন্তু কাজের বিবরণ নিজে তৈরি করবে। এই প্রচেষ্টায় শিক্ষার্থী নিজের চিন্তা-ভাবনাকে নিজের ভাষায় প্রকাশ করতে শিখবে এবং নিজের মত ক'রে সাজিয়ে পরীক্ষার ফল নির্ণয় করতে সমর্থ হবে। এইভাবে কাজ করবার ফলে শিক্ষার্থীর স্বজনী ক্ষমতার বিকাশ ঘটবে।

(গ) Thurber & Collett-এর মতে, পরীক্ষাগারের কাজে ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল-কে কখনও প্রাধান্য দেওয়া উচিত নয়। যে শিক্ষক কোন কারণে ম্যানুয়্যালের উপর নির্ভরশীল, তিনি চেষ্টা করবেন কিভাবে ম্যানুয়্যালের নির্দেশ নিজের মত ক'রে প্রয়োগ করা যায়।

ল্যাবরেটরী ম্যানুয়্যাল এবং ব্যবহারিক পাঠ্যপুস্তকের পার্থক্য কি?—  
ব্যবহারিক পাঠ্যপুস্তকে আলোচনা সংক্ষিপ্ত এবং বহিঃপরীক্ষায় প্রস্তুতি-গ্রহণের জন্য শিক্ষার্থীদের সাহায্য করতে গিয়ে ইহাতে আলোচনাকে অত্যধিক নিয়ন্ত্রণ করা হয়ে থাকে। কিন্তু ম্যানুয়্যালের আলোচনা ব্যাপক এবং পুঙ্খানুপুঙ্খ ও এতই স্পষ্ট যে, সাধারণ অভিজ্ঞতাসম্পন্ন যে-কেউ যে-কোন পরীক্ষা ম্যানুয়্যালের নির্দেশেই ক'রে ফেলতে পারে।

## ৫।৭ শিক্ষার্থীর পরীক্ষাগারের নোটবুক

(Laboratory Note Book for Students)

প্রত্যেকটি পরীক্ষার কাজের একটি লিখিত বিবরণ তৈরি করা প্রত্যেক শিক্ষার্থীর উচিত। যে ধরনের পরীক্ষাই হোক-না-কেন তাতে চারটি প্রধান অংশ থাকবে—

- (i) সমস্যা অথবা পরীক্ষার উল্লেখ
- (ii) পরীক্ষা-পদ্ধতির উল্লেখ
- (iii) পর্যবেক্ষণগুলির উল্লেখ
- (iv) গৃহীত সিদ্ধান্ত।

লিখিত বর্ণনাকে অধিকতর স্পষ্ট করবার জন্য যে-সব চিত্র অংকন করা প্রয়োজন অথবা গণনা করবার প্রয়োজন, সেগুলিও করতে হবে।

ল্যাবরেটরী নোটবুক হিসেবে দু'ই ধরনের খাতার উল্লেখ করা যেতে পারে—একটি কাঁচা খাতা, অপরটি পাকা খাতা। আমরা এখানে পাকা খাতায় লেখবার কথাই আলোচনা করছি।

ল্যাবরেটরী খাতাতে অন্য কিছু লেখা চলবে না। পরীক্ষার কাজের জন্য এটিকে নির্দিষ্ট রাখতে হবে। খাতায় ভালভাবে মলাট দিয়ে রাখা প্রয়োজন।

পরীক্ষা-কাজের সূচীপত্র লেখার জন্য প্রথম দু'টি পাতা বাদ দিয়ে পরের

পাতাগুলিতে পৃষ্ঠার ক্রমিক নম্বর বসাতে হবে। ল্যাবরেটরী খাতায় কাগজের বাম পৃষ্ঠা সাদা এবং ডান পৃষ্ঠা রুলটানা। এই খাতা সাধারণ খাতা থেকে আকারে বেশ বড় হয়ে থাকে। এই ধরনের বিশিষ্ট খাতা বাজারে কিনতে পাওয়া যায়। বাম পৃষ্ঠায় চিত্র আঁকার জন্য এবং গাণিতিক হিসেব দেখাবার জন্য ব্যবহার করতে হয়। এই সব পৃষ্ঠাতেই বর্ণাঙ্কিত কাগজের উপর অঙ্কিত লেখচিত্র এঁটে দিতে হয়। ডান দিকের রুলটানা কাগজে পরীক্ষার ফল ছক আকারে লিপিবদ্ধ করতে হয় এবং পরীক্ষার বিবরণ লিপিবদ্ধ করতে হয়।

॥ পদার্থবিজ্ঞানের ল্যাবরেটরী খাতা ॥

খাতার ডান দিকের পৃষ্ঠায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লিখতে হয়।—তারিখ—যেদিন পরীক্ষাটি করা হয়েছে, সেইদিনের তারিখ বসাতে হবে পৃষ্ঠার বাম দিকে উপরের কোণে।

পরীক্ষা-কাজের নাম—বড় বড় হরফে ধরে ধরে পৃষ্ঠার উপরের দিকে পরীক্ষার নাম এবং পরীক্ষার ক্রমিক নং (Experiment No.) লিখতে হবে।

যন্ত্রপাতি—ক্রমিক নম্বর ব্যবহার করে যন্ত্রপাতির তালিকা তৈরি করতে হবে। পরীক্ষার কাজে ব্যবহৃত সকল যন্ত্রপাতির নাম লিখতে হবে।

যন্ত্রপাতির বর্ণনা—বিশেষ ধরনের কোন যন্ত্রপাতি ব্যবহার করলে তার সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিতে হবে এবং বাম পৃষ্ঠায় তার চিত্র এঁকে দিতে হবে। যন্ত্রের বিভিন্ন অংশের নাম উল্লেখ করতে হবে।

কার্যনীতি—কার্যনীতি সংক্ষিপ্ত এবং পরিষ্কারভাবে বুদ্ধি দিয়ে লিখতে হবে। কোন সংকেত-সূত্র (formula) ব্যবহার করা হ'লে তার প্রতীকগুলির অর্থ এবং ভৌত রাশিগুলির পরিমাপের একক উল্লেখ করতে হবে।

কার্যপদ্ধতি—পরীক্ষাকাজের ধারাবাহিক বিবরণ ক্রমিক নম্বর দিয়ে লিখতে হবে। যে-সব সতর্কতা ব্যবহার করা হয়েছে, সেগুলি বিবরণের যথাস্থানে উল্লেখ করতে হবে।

কার্যফল—কার্যফল সম্ভবপর ক্ষেত্রে ছকের আকারে লিপিবদ্ধ করতে হবে। গাণিতিক হিসাব বাম পৃষ্ঠায় করতে হবে। সম্পর্কযুক্ত দু'টি চলরাশি থাকলে, তাদের সম্বন্ধটি লেখচিত্র অংকন করে প্রকাশ করতে হবে।

আলোচনা ও মন্তব্য—১। পরীক্ষা সম্পাদনে যে-সব অসুবিধার সৃষ্টি হয়েছে, অথচ সন্তোষজনকভাবে মীমাংসা করা সম্ভব হয়নি এবং যে-যে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা হয়েছে, সেগুলি উল্লেখ করতে হবে খুব সংক্ষেপে।

২। পরীক্ষার ফলের উপর বিশেষ বিশেষ রাশির কি প্রভাব, আলোচনা করা যেতে পারে।

রসায়ন বিজ্ঞানের ল্যাবরেটরী খাতা—তারিখ, পরীক্ষার নাম, যন্ত্রপাতির নাম উল্লেখ করে পরীক্ষার বিবরণকে সাধারণতঃ তিনটি স্তম্ভ, যথা—পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ

এবং সিদ্ধান্ত—এই তিনটি পৃথক স্তম্ভে ভাগ করে ডান পৃষ্ঠায় লিপিবদ্ধ করতে হবে।

**বিঃ দ্রঃ**—পরীক্ষার বিবরণের ভাষায় অতীত কাল ব্যবহার করতে হবে। রসায়ন এবং পদার্থ-বিজ্ঞানের নোটখাতা লেখবার ক্ষেত্রে এই একই কথা প্রযোজ্য। খাতা নিয়মিতভাবে শিক্ষকের নিকট থেকে সংশোধন এবং স্বাক্ষর করিয়ে নিতে হবে।

**মুদ্রিত ল্যাবরেটরী নোটবই (Printed Laboratory Note Book)**—অধ্যাপক ঘনশ্যাম দাশ নীচু ক্লাশের ছাত্রদের জন্য সাধারণ খাতার পরিবর্তে ছাপানো খাতা ব্যবহার করবার পরামর্শ দিয়েছেন। এই খাতায় পরীক্ষার নাম, পরীক্ষার বিবরণ, আলোচনা সবই ছাপানো থাকবে। ফাঁকা ছকগুলি শিক্ষার্থীরা পরীক্ষার ভিত্তিতে পূরণ করবে।

**মৌখিক বিবরণ (Verbal Reporting)**—ল্যাবরেটরী নোটবইকে শিক্ষার্থীরা পরীক্ষার বিবরণ লিখিত উপায়ে লিপিবদ্ধ করে, কিন্তু মৌখিক উপায়ে সে বিবরণ শিক্ষার্থীর কাছ থেকে জেনে নেওয়া যায়। তার জন্য শিক্ষার্থীকে মৌখিকভাবে প্রশ্ন করা যেতে পারে তার পরীক্ষার কাজের ভিত্তিতে।

উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতিতে কখনও কখনও “নিজ উপায়ে নির্মিত”, “বিনা প্রস্তুতিতে নির্মিত”, “স্বহস্ত নির্মিত” বা “ঘরোয়াভাবে নির্মিত” যন্ত্রপাতি বলা হয়। বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে আজকাল একটি স্লোগান প্রায়ই শোনা যায়, “Build up your own Laboratory”। বিজ্ঞান শিখতে হয় হাতে-কলমে এবং তার জন্য যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা উপকরণ প্রয়োজন। ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রধান অসুবিধা হ’ল যন্ত্রপাতির অভাব। কারণ যন্ত্রপাতির দাম অনেক, সেগুলি ব্যবহার ক’রে শিক্ষা দিতে যাওয়া দরিদ্র দেশের পক্ষে ব্যয়সাপেক্ষ কাজ। কিন্তু সে অসুবিধা দূর করা যায় অনেক সহজেই, তবে তার জন্য প্রয়োজন শৃঙ্খলিত সক্রিয়তার। বিদ্যালয়ে, বাড়ীতে এবং চারপাশে এমন অনেক উপকরণ আছে যেগুলিকে অনায়াসে, বিনামূল্যে বা স্বল্পমূল্যে সংগ্রহ ক’রে নিজস্ব উপায়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা-উপকরণ নির্মাণ করা যায়। এই যন্ত্রগুলির উপযোগিতা অনেক ক্ষেত্রে শিল্পসম্মত যন্ত্রপাতির (Finished articles)-এর মতই, কখনও বা বেশী। যন্ত্রপাতি নির্মাণে শিক্ষক ও শিক্ষার্থী অংগগ্রহণ করবেন। খুব প্রয়োজন হ’লে স্থানীয় কারিগরের সাহায্য নেওয়া যেতে পারে।

উপস্থিতমত নির্মিত যন্ত্রপাতির উপর গুরুত্ব দিতে হবে শৃঙ্খলিত আমাদের দেশ গরীব বলেই নয়, দিতে হবে শিক্ষাগত কারণেও। ভৌত-বিজ্ঞানের অনেক বিষয়েই প্রত্যক্ষ শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা অর্জন করা সম্ভব নয়। সে-ক্ষেত্রে শিক্ষার্থী যদি নিজ হাতে যন্ত্রপাতি নির্মাণ করে এবং এই যন্ত্রের সাহায্যে বিজ্ঞানের পরীক্ষাগুলি সম্পন্ন করে, তাহলে শিক্ষার্থীর পক্ষে বিজ্ঞানে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা সম্ভব। শিক্ষার্থী স্বহস্তে যন্ত্রপাতি নির্মাণের জন্য তার সমস্ত ইন্দ্রিয়কে ব্যবহার করে এবং তার কল্পনা, সৃজনী ক্ষমতা সর্বকিছুরই ব্যবহার করে। এই যন্ত্রপাতিতে তারা পরীক্ষার কাজে ব্যবহার করতে সমভাবে উৎসাহী হয়। যন্ত্রপাতি নির্মাণের ফলে শিক্ষার্থীর নির্মাণমূলক দক্ষতা ও সৃজনী-দক্ষতার বিকাশ ঘটে এবং যন্ত্রগুলি পরীক্ষায় ব্যবহারের ফলে শিক্ষার্থীর পরীক্ষণমূলক দক্ষতা, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও আগ্রহ বৃদ্ধি পায়।

### কর্মশিক্ষা ও উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতি

### ( Work Education & Improvised Apparatus )

অনেকে হয়ত বলবেন, উপস্থিতমত যন্ত্রপাতি নির্মাণে প্রাথমিক খরচ কিছুর আছে, এরজন্য বিদ্যালয়ে ক্ষুদ্রাকৃতি কারখানা রাখতে হবে। এই প্রসঙ্গে বলা যায়, পশ্চিম



বাংলায় মাধ্যমিক পাঠক্রমে কর্মশিক্ষার প্রচলন করা হয়েছে। এই শিক্ষার উদ্দেশ্য হ'ল, শিক্ষাকে কর্মমুখী, উৎপাদনমুখী ও লাভজনক করে তোলা। সে ধরনের কর্মও অনেক আছে, কিন্তু বিদ্যালয়ের পক্ষে সে ধরনের কর্মমূলক প্রচেষ্টা গ্রহণে অসুবিধা দেখা গেছে নানা কারণে,—কখনও প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত শিক্ষকের অভাব, সময়ভাব, উৎসাহের অভাব, পরিকল্পনার অভাব, সর্বোপরি অর্থভাব। অবশ্য কর্মশিক্ষা পরিচালনার জন্য অতিরিক্ত সরকারী অনুদান কিছু পাওয়া যায়।

আমাদের এখন ব্যস্ত্য হ'ল, কর্মশিক্ষার অঙ্গ হিসেবে উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতি নির্মাণের প্রজেক্ট গ্রহণ করা যায় কি না। সরকারী অনুদানে পরীক্ষাগারের মধ্যেই ছোটখাট কারখানা খোলা যেতে পারে। ভৌত বিজ্ঞান সপ্তম থেকে দশম শ্রেণী পর্যন্ত অবশ্যপাঠ্য। সুতরাং এই প্রজেক্টে সকল শিক্ষার্থীদের যোগদানে কোন বাধা নেই। উৎপন্ন যন্ত্রপাতির সাহায্যে শ্রেণীতে বিজ্ঞানের পাঠ পরিচালনা করা সম্ভব। যন্ত্রপাতি নির্মাণের এই শিক্ষা সেই দিক, থেকে লাভজনক শিক্ষায় পরিণত হয় এবং শিক্ষা স্বয়ংসম্পূর্ণ হয়ে ওঠে। বিজ্ঞান-শিক্ষার্থীদের নিজস্ব উপায়ে যন্ত্রপাতি নির্মাণের প্রশিক্ষণ দেবার জন্য ভারতের পূর্বাঞ্চলে বিড়লা ইন্ডাস্ট্রিয়াল এ্যান্ড টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়াম, Teachers' Training Programme, Part I & II-এর ব্যবস্থা করেছেন। সারা ভারতের বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণ দেবার জন্য N.C.E.R.T.-এর Central Workshop অনুরূপ প্রোগ্রামের ব্যবস্থা করে থাকেন। অনেক বিদ্যালয়েই অনুরূপ প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত বিজ্ঞান-শিক্ষক আছেন। তাঁদের পক্ষে এই ধরনের কর্মশিক্ষা-মূলক প্রজেক্ট গ্রহণ করা অসুবিধাজনক নয়।

### উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতি নির্মাণের সরঞ্জাম (Equipments for constructing Improved Apparatus)

সরঞ্জামের মধ্যে আছে বিভিন্ন কারিগরি কৌশল (Tools) এবং কাঁচামাল (Raw materials)। কারিগরি কৌশলের মধ্যে আছে :

#### (১) পরিমাপের যন্ত্র (Tools for Measurement)

- (i) Steel Scale (কোনকিছু মাপতে ব্যবহৃত হয়।)
- (ii) Spring Divider (কোন ধাতুর উপর দাগ কাটতে, বৃত্তের ব্যাস মাপতে বা দু'টি বিন্দুর দূরত্ব মাপতে ব্যবহৃত হয়।)
- (iii) Try Square (small & big) সমকোণ বা সরলরেখায় কাঠ বা অন্য কিছু কাটতে ব্যবহৃত হয়।

#### (২) কাঠের কাজের জন্য যন্ত্র (Tools for Wood Work)

- (a) কাঠ কাটবার যন্ত্র (Wood Cutting Tools)
  - (i) Hand Saw (small & big) (কাঠ কাটতে ব্যবহার করা হয়।)
  - (ii) Wood Chisel (বাটালী, কোন নির্দিষ্ট কোণে মাপ ঠিক রেখে কাঠ কাটবার জন্য)

#### (b) কাঠ ছিদ্র করবার যন্ত্র (Wood Boring Tools)

- (i) Auger ( কাঠের উপর ফুটো করা হয় )
- (ii) Hand Drill ( কাঠ বা ধাতব পাত ফুটো করতে )
- (c) কাঠ মসৃণ করার যন্ত্র ( Wood Smoothing Tools )
  - (i) Jack Plane ( র'াদা—কাঠ মসৃণ করবার জন্য ব্যবহৃত হয় )
  - (ii) Wood Rasp file ( র'াদা দিয়ে মসৃণ করবার পর কাঠের টুকরার এবড়ো, খেবড়োগুলো সমান করা হয় । )
  - (iii) Sand Paper ( শিরীষ কাগজ—অন্য উপায়ে মসৃণ করবার পর অতিরিক্ত মসৃণ করবার জন্য শিরীষ কাগজ ব্যবহার করা হয় । )
- (৩) ধাতুর কাজ করবার যন্ত্রপাতি ( Tools for Metal Work )
  - (a) ধাতুর পাত কাটবার যন্ত্র ( Metal Cutting )
    - (i) Senior & Junior Hack Saw ( বড় বা মোটা এবং ছোট বা সরু রড কাটবার যন্ত্র )
    - (ii) Senior & Junior Tin Snip ( পাতলা টিনের বা ধাতুর পাত কাটা হয় )
  - (b) ধাতুর পাত মসৃণ করবার যন্ত্র ( Metal Smoothing Tools )
    - (i) Flat Smoothing File ( বিভিন্ন সাইজের ধাতব পাত মসৃণ করবার যন্ত্র )
    - (ii) Round Smoothing File ( বৃত্তাকার প্রান্ত মসৃণ করতে ব্যবহৃত হয় )
    - (iii) Triangular Smoothing File ( ত্রিভুজাকৃতি অংশ মসৃণ করতে )
    - (iv) Half-round Smoothing File ( অর্ধবৃত্তাকার প্রান্ত মসৃণ করবার জন্য )
- (৪) কোন জিনিস শক্তভাবে ধরা বা আটকাবার যন্ত্র ( Tools for Gripping Work )
  - (i) Table Vice ( কাঠ, ধাতব পাত বা দণ্ডকে শক্তভাবে আটকাবার জন্য যন্ত্রটি টেবিলের সঙ্গে লাগানো থাকে )
  - (ii) Combination Pliers ( প্লাস, পেরেক, ধাতব পাত, পাতলা জিনিস ধরবার জন্য ব্যবহৃত হয় )
  - (iii) Nose Pliers ( ছোট পেরেক, সরু তার, ক্ষুদ্র ধাতব পাত ধরবার জন্য )
  - (iv) Wrench ( নাট, বোল্ট খোলা বা লাগাবার জন্য )
- (৫) আঘাত করবার যন্ত্র ( Tools for Hammering )
  - (i) Ball Pin Hammer ( লোহার হাতুড়ী—পেরেক পদ'ততে ব্যবহার করা হয় )
  - (ii) Wooden Mallet ( কাঠের হাতুড়ী—ধাতব পাত উ'চু, নীচু থাকলে সমান করতে ব্যবহৃত হয় )
- (৬) বৈদ্যুতিক সাধারণ কাজের যন্ত্রপাতি ( Tools for Electrical General Work )
  - (i) Soldering Iron ( বিভিন্ন সাইজের হয়—লোহার তার, ধাতব পাত বা তার ঝালাই করতে ব্যবহার করা হয় )

- (ii) Culting plier ( ইলেকট্রিক তার কাটা হয় )
- (iii) Screw Driver ( বিভিন্ন সাইজের হয়, স্ক্রু শক্ত করে আটকাতে বা খুলতে ব্যবহার করা হয় )
- (iv) Neon Tester ( Plug-এ বিদ্যুতের উপস্থিতি পরীক্ষা করে দেখা হয় )
- (v) Multimeter ( কোন পরিবাহী তারে বা তারের কোন বিশেষ অংশে বিভব প্রভেদ, প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করতে এবং তারের কোন অংশ বিচ্ছিন্ন আছে কি না পরীক্ষা করতে ব্যবহার করা হয় )
- (vi) Insulated Screw Driver ( বিদ্যুৎ থাকাকালীন এটা দিয়ে স্ক্রু আটকানো বা খোলা হয় )

কাঁচা মালের মধ্যে আছে :

সাধারণ আঠা, ফেভিকল, ঝালাইয়ের তার, পাতলা কাঠ, টিন, তামা ও লোহার তার, সাইকেলের স্পোক, বল, ভাল্ভ টিউব, ফিউজড বাল্ব, রবার বা পলিথিনের নল, পাউডারের কোটা, স্ক্রু, পেরেক, পুরানো ব্রেড, বোতাম, কাঠের ব্যাটেন, পুরানো কস্জা ইত্যাদি।

গ্রামের বিদ্যালয়ে শিক্ষামূলক যন্ত্রপাতি নির্মাণে বাঁশ, পাথর, ফলের বীজ, ফলের খোসা, নারকেলের কাঠি, গাছের কাঁটা ইত্যাদি এবং শহরে যন্ত্রপাতির ভাঙ্গা অংশ ব্যবহার করা যেতে পারে।

যদিও বিভিন্ন যন্ত্রপাতি নির্মাণে বিভিন্ন ধরনের কাঁচা মাল লাগে তবুও উপরের কাঁচামালগুলি অধিকাংশ ক্ষেত্রে কাজে লাগে।

**উপযুক্ত প্রশিক্ষণ ও যন্ত্রপাতি ব্যতিরেকে শিক্ষামূলক উপকরণ নির্মাণ (Preparing Teaching materials in absence of necessary training and tools)**

পূর্বে উপস্থিতমত তৈরি যেসব যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা-উপকরণ নির্মাণের কথা বলা হয়েছে তাতে বিভিন্ন ধরনের সহায়ক যন্ত্রপাতি ( tools ) এবং প্রশিক্ষণের প্রয়োজনের কথা বলা হয়েছে। কিন্তু UNESCO SOURCE BOOK OF SCIENCE TEACHING এবং Department of Teaching Aids ( N. C. E. R. T. ), New Delhi বিনা প্রশিক্ষণে এবং সহায়ক যন্ত্রপাতি ব্যবহার না করেও বিভিন্ন উপকরণ নির্মাণ করা যায় বলে অভিমত ব্যক্ত করেছেন। এইরূপ যন্ত্রপাতির মধ্যে কয়েকটি হল—

- (১) ব্রেড, টিপ বোতাম, সূচ দিয়ে শলাকা চুষক তৈরি
- (২) গাছের কাঁটা, সাইকেলের ভাল্ভ টিউব দিয়ে ডিভাইডার ( Divider ) তৈরি
- (৩) পীচবোর্ডের চোট চাক্তি, কাগজ, রঙ, সূতো, দিয়ে নিউটনের বর্ণচক্র তৈরি
- (৪) কালির দোয়াতের সাহায্যে স্পিরিট ল্যাম্প তৈরি
- (৫) পাউডারের কোটায় ছিদ্র করে জলের চাপ নির্ণয়
- (৬) পুরাতন ইলেকট্রিক বাল্ব দিয়ে ফ্যাস্ক তৈরি ইত্যাদি।

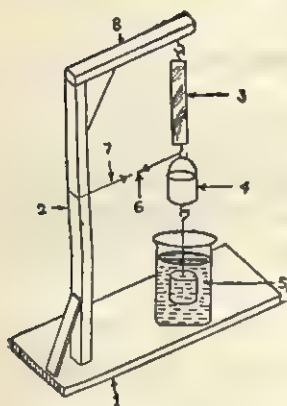
## উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতির উদাহরণ

উদাহরণ ১।

আর্কিমিডিসের নীতি পরীক্ষা করবার যন্ত্র

(Apparatus for verification of Archimedes Principle)

উকরণাদি— $8'' \times 5''$  একটি কাঠের তক্তা,  $1'' \times 1''$  কাঠের ব্যাটেন,  $4'' \times 4''$  কর্নার দুটি অ্যালুমিনিয়ামের নীরেট এবং ফাঁপা রড  $1''$  ব্যাসযুক্ত এবং  $1\frac{1}{2}''$  লম্বা, পাতলা G. I. Sheet, রবারের ফিতা, কাঁচের বিকার, হুক ইত্যাদি।



আর্কিমিডিসের যন্ত্র পরীক্ষা

করবার যন্ত্র

ক'রে হুক এবং আঙা লগোতে হবে। G. I. Sheet-এর সাহায্যে সূচক (6, 7) তৈরি করতে হবে। ঝোলাবার জন্য অনুভূমিক কাঠের ব্যাটেনের (3) গায়ে নীচের দিকে হুক লাগাতে হবে। নীরেট চোঙ ও ফাঁপা চোঙকে ঐ হুক থেকে ঝোলাবার জন্য রবারের ফিতা (3) ব্যবহার করা হবে। এই রবারের ফিতা স্থিতি-এর মত কাজ করে। সূচক (6) এবং (7)-কে যথাক্রমে রবারের ফিতা সংলগ্ন হুক এবং উল্লম্ব কাঠের দণ্ডের গায়ে জড়িয়ে দেওয়া যেতে পারে, কারণ সূচকের পাত (বা G. I. Sheet) খুবই পাতলা।

(N. B — G. I. Sheet → Galvanised Iron Sheet)

পরীক্ষা—এখানে নীরেট রড (5)-এর বাইরের আয়তন ফাঁপা রডের (4) ভেতরের আয়তনের সমান। নীরেট রড বায়ুতে থাকাকালীন দু'টি সূচক মন্থোমুখি থাকবে নীরেট রডকে জলে সম্পূর্ণ ডোবালে সূচক (6) উপরে উঠবে। ফাঁপা রড জল দ্বারা পূর্ণ করলে সূচক (6) পূর্ববর্তী স্থানে ফিরে আসবে।

উদাহরণ ২।

বায়ু থার্মোমিটার ও চাপ পরিমাপক যন্ত্র

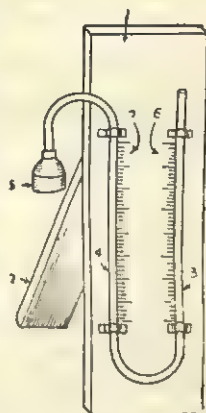
(Air Thermometer Cum Pressure Gauge)

যন্ত্রপাতি ও উপকরণ—কাঠ বোর্ড  $15'' \times 5''$ , কাঠের লম্বা টুকরা, পলিথিন টিউব



সরু, ব্যাসযুক্ত, কেরোসিন কুপী, কস্জা, বল পিন হাতুড়ী, স্ক্রু ড্রাইভার, করাতে, Rasp file, পিন, লিংক ক্লীপ ইত্যাদি।

**পদ্ধতি**—কাঠের বোর্ড (১) এবং একটি কাঠের খন্ড (২) নিয়ে Rasp File দিয়ে ঘষে মসৃণ ক'রে নিয়ে কাঠের খন্ডকে কাঠের বোর্ডের পিছনে কস্জা ও স্ক্রু দিয়ে আটকাতে হবে। পলিথিন টিউবের একটি অংশকে কাঠের বোর্ডের উপর U আকারে লিংক ক্লীপ দিয়ে আটকাতে হবে। বাহু (৩)-এর দৈর্ঘ্য বাহু (৪) অপেক্ষা বেশী রাখতে হবে। বাহু (৪)-এর অতিরিক্ত অংশকে একটি কেরোসিন কুপীর (৫) সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। U টিউবের দু'পাশে গ্রাফ কাগজের সাহায্যে স্কেল লাগিয়ে দিতে হবে (৬, ৭)। তরলের চাপ পরিমাপের জন্য যন্ত্রটিকে ব্যবহার করতে হ'লে কুপীর পরিবর্তে ফানেল লাগাতে হবে এবং ফানেলের মূখে পাতলা রবারের পর্দা লাগাতে হবে।



বায়ু থার্মোমিটার ও  
চাপপরিমাপক যন্ত্র

**পরীক্ষা**—U টিউবে রঙীন জল ভর্তি ক'রে কেরোসিন কুপী যথারীতি আটকে দিতে হবে। কেরোসিন কুপীর নীচে তাপ দিলে কুপী সংলগ্ন টিউবের বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পাবে, কারণ তাপে বায়ুর আয়তন প্রসারণ ঘটবে। বায়ুর বর্ধিত চাপের জন্য (৪) নং বাহুর রঙীন জল-তল নীচে নামবে এবং (৩) নং বাহুর জল-তল উপরে উঠবে। ফলে U নলের দুই বাহুতে জলস্তম্ভের পার্থক্য সৃষ্টি হবে। কুপীর নীচে তাপমাত্রা যত বাড়বে, ততই জলস্তম্ভের পার্থক্য বেশী হবে। এই হিসেবে যন্ত্রটি বায়ু থার্মোমিটার হিসেবে কাজ করবে। অন্যরূপে যদি কেরোসিন কুপীর পরিবর্তে পর্দাসহ ফানেল লাগানো যায়, তাহলে পর্দার চাপবৃদ্ধি ঘটলে U নলে জলস্তম্ভের পার্থক্য সৃষ্টি হবে। তখন এই যন্ত্রের সাহায্যে কোন তরলের বিভিন্ন গভীরতায় চাপ নির্ণয় করা যাবে।

উদাহরণ ৩।

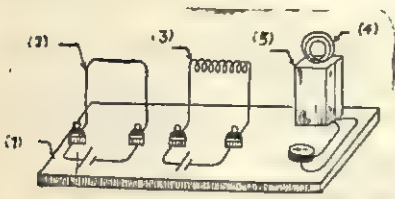
“চৌম্বক ক্ষেত্র”

(Magnetic Field)

**উপকরণ :** SEC (সুপার এনামেল কপার অয়্যার)—16 এবং 32 গেজ, 6 m. m. প্লাই বোর্ড,  $\frac{1}{8}$  কাঠের ব্যাটেন, স্ক্রু, নাট ইত্যাদি।

**যন্ত্রপাতি**—কাঠ কাটা করাতে, র'গাদা, কাটিং প্লায়াস, রাস্প্ ফাইল, ফুট স্কেল ইত্যাদি।

পদ্ধতি 18"×8" প্লাই বোর্ড (1) কেটে নিয়ে তার নীচে দু'টি কাঠের ব্যাটেন পেরেক দিয়ে লাগাতে হবে। মোটা তামার তার বাকিয়ে একটা সরল পরিবাহী (Straight Conductor), (2) এবং সলিনয়েড (Solenoid), (3) তৈরি করতে হবে এবং বোর্ডের সঙ্গে স্ক্রু ও নাটের সাহায্যে আটকে দিতে হবে। সরু তার নিয়ে 3 c. m ব্যাস-বিশিষ্ট 100 পাকের একটা কুন্ডলী (4) তৈরি করতে হবে এবং



চৌম্বক ক্ষেত্র

কুন্ডলীকে একটা কাঠের দন্ডের উপর (5) আটকাতে হবে লিংক ক্লিপের সাহায্যে। কাঠের দন্ডটিকে বোর্ডের উপর স্ক্রু অথবা আঠার সাহায্যে আটকাতে হবে। কুন্ডলীর তারের দুই প্রান্ত শিরীষ কাগজ দিয়ে ঘষে নিয়ে বোর্ডের সঙ্গে স্ক্রু ও নাটের (ছবিতে দেখান হয়নি) সাহায্যে আটকাতে হবে।

পরীক্ষা—(2) এবং (3)-এর বর্তনী সম্পূর্ণ করতে বন্ধনী স্ক্রুর সঙ্গে ব্যাটারী সংযুক্ত করতে হবে এবং (4)-এর বর্তনী সম্পূর্ণ করতে বন্ধনী স্ক্রুর সঙ্গে গ্যালভানো-মিটার যোগ করতে হবে। (2) এবং (3)-এর সাহায্যে তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় ফল পরীক্ষা করে দেখানো যেতে পারে। (4)-এর সাহায্যে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের পরীক্ষা করে দেখানো যেতে পারে।

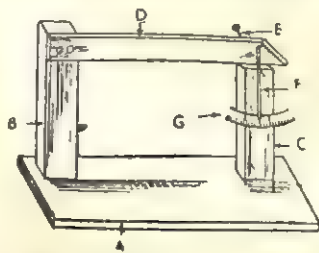
উদাহরণ ৪।

### তাপ-প্রয়োগে পদার্থের প্রসারণ ঘটে (Heat Expands Solids)

উপকরণ ও যন্ত্রপাতি :

8"×5" কাঠ বোর্ড (১), দু'টি কাঠের টুকরো B (5"×2"×1") এবং C 4½"×2"×1", স্ক্রু, স্ক্রু ড্রাইভার, বলপিন হাতুড়ী, কাঠ কাটা করাত, স্প্রিং ডিভাইডার, ধাতু কাটা করাত, ফাইল (মসৃণ করবার জন্য), কাঠের হাতুড়ী, টেবিল ভাইস, ফুট রুলার, টিন-কাটা কাঁচি, অ্যালুমিনিয়ামের পাত, আলপিন, Straw (কাগজ নির্মিত সরু ফাঁপা নল) ইত্যাদি।

পদ্ধতি—(A), (B), (C)-এর প্রান্তগুলি মসৃণ করতে হবে Rasp File দিয়ে। কাঠের টুকরো B এবং C-কে টেবিল ভাইসের সঙ্গে আটকে মসৃণ করতে হবে। কাঠের টুকরোগুলিকে বোর্ডের দুই প্রান্তে ফেভিকল দিয়ে আটকাতে হবে। অ্যালুমিনিয়াম পাত থেকে ½" প্রস্থ এবং সুবিধাজনক দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অংশ (D) ধাতু কাটা করাত (Hack Saw) দিয়ে কেটে নিতে হবে। D পাতের এক প্রান্ত করাত দিয়ে তির্যকভাবে কেটে নিতে হবে। ফাইল দিয়ে ঘষে D পাতের ধারগুলি মসৃণ করতে হবে।



তাপ প্রয়োগে পদার্থের প্রসারণ

D পাতকে কাঠের ব্লকের (R) গায়ে লাগাবার জন্য দুটি ছিদ্র করতে হবে পাতটির গায়ে। পরে পাতটিকে কাঠের ব্লকের গায়ে স্ক্রু দিয়ে আটকে দিতে হবে এমনভাবে যে পাতে স্কেল মর্খটি (C) ব্লকের গায়ে শক্তভাবে বসে। C ব্লক এবং পাতের সংযোগস্থলে একটি আলপিন (E) রেখে, আলপিনের আগায় একটি স্ট্র (Straw) (F) লাগিয়ে দিতে হবে। (C) ব্লকের গায়ে একটি 2" ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট অর্ধবৃত্তাকার স্কেল (G) আঠা দিয়ে আটকে দিতে হবে, যাতে স্কেলটির উপর স্ক্রু সহজে ঘোরা-ফেরা করতে পারে। অর্ধবৃত্তাকার স্কেলটি তৈরি করবার জন্য একটি অর্ধবৃত্তাকার কাগজ কেটে তার উপর পেনসিল বা কলম দিয়ে অংশাঙ্কন করতে হয় এবং যাতে কাগজটি গুঁড়িয়ে না যেতে পারে তার জন্য কাঠবোর্ড বা পীচ বোর্ডের উপর অংশাঙ্কিত কাগজটিকে আটকে দিতে হবে।

**পরীক্ষা—**“D” পাতটিকে একটি জ্বলন্ত মোমবারতির সাহায্যে আধ মিনিট ধরে তাপ দিলে (D) পাতের দৈর্ঘ্যের প্রসারণ ঘটেবে এবং পাতটি ডান দিকে বৃদ্ধি পাবে। D পাতের প্রসারণের ফলে পিন (E) সামান্য ঘুরবে এবং পিনের গায়ে লাগানো স্ট্র (F) সেই সঙ্গে স্কেল (G)-এর উপর বেশ অনেকটা ঘুরবে। স্ট্র (F)-এর ঘূর্ণনের সঙ্গে পাতের D দৈর্ঘ্য-বৃদ্ধির যোগাযোগের কথা শিক্ষার্থীর আগের থেকে জানলে শিক্ষার্থীরা এই পরীক্ষা দেখে সিদ্ধান্তে আসবে যে, “তাপ-প্রদানে পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটে।”

**কাঁচা মালের সংস্থান—**উপরে বর্ণিত যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত G. I. Sheet, ভাঙা বালতি বা কেরোসিনের টিন থেকে সংগ্রহ করা যায় ; বাড়ীতে পরিত্যক্ত দরজা জানালার কাঠ, পুরানো ইলেকট্রিক লাইনের ব্যাটেন, প্যাকিং বাক্স থেকে তক্তা বা ব্যাটেন সংগ্রহ করা যায়। পুরানো দরজা জানালার কব্জা, পিন, কাগজ, পীচবোর্ড অধিকাংশ ক্ষেত্রে বাড়ী থেকেও সংগ্রহ করা যেতে পারে।

## 7।1. শিক্ষা-সহায়ক প্রদীপন (What Teaching Aid is)

যেসব কৌশল বা উপকরণ অবলম্বন করে শিক্ষক শিক্ষাদানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে কোন বিষয়ে জ্ঞান, ধারণা, দক্ষতা, আগ্রহ, দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রশংসার মনোভাব অর্জনে সাহায্য করে থাকেন, সেগুলিকে শিক্ষা-সহায়ক প্রদীপন বা উপকরণ বলে। উপকরণগুলিকে প্রধানতঃ দু' ভাগে ভাগ করা যায়—

(১) দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উকরণ (Audio-Visual Aids)

(২) সহ-পঠক্রমিক কাজ (Co-curricular Activities) বা কর্মভিত্তিক উপকরণ।

H. N. Students বলেছেন—“No wise man refuses help and no wise teacher ignores aids” অর্থাৎ সদুযোগ এবং প্রয়োজন থাকলে যে কোন বিচক্ষণ শিক্ষকই শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করে থাকেন।

শিক্ষার ইতিহাসে দেখা যায়, প্রথমে শিক্ষা ছিল বস্তুকেন্দ্রিক। বস্তু বা ঘটনার সাক্ষাৎ সংস্পর্শে এসে সেদিন শিক্ষার্থীকে শিক্ষাগ্রহণ করতে হত। সেই শিক্ষার মূল্য ছিল অনেক বেশী। কিন্তু ধীরে ধীরে মানুষের পরিবেশ জটিল হ'ল, মানুষের জানবার জিনিসের সংখ্যা বৃদ্ধি পেল। তাছাড়া শিক্ষার উদ্দেশ্য শুধু জ্ঞান বা অভিজ্ঞতা আহরণের মধ্যেই সীমাবদ্ধ রইল না, মানুষ প্রকৃতি সম্পর্কে ধারণা গঠন করতে চাইল অত্যন্ত অল্প সময়ে। সুতরাং প্রকৃত বস্তু বা ঘটনার সংস্পর্শে এসে অভিজ্ঞতা এবং ধারণা লাভ করা সব সময় সম্ভব হ'ল না। আধুনিক যুগে অভিজ্ঞতা বা ধারণা লাভের জন্য কখনও শিক্ষার্থীকে বই পড়তে হয়, কখনও বস্তুতা শুনতে হয়, কখনও বস্তু ও ঘটনার প্রতিনিধিমূলক জিনিস দেখতে হয় এবং সম্ভব হ'লে শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে আসতে হয়। সুতরাং প্রত্যক্ষ শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুর মাধ্যমে শিক্ষালাভ না করে যখন কোন প্রতিকল্প (Substitute) ব্যবস্থার মাধ্যমে শিক্ষাগ্রহণ করা হয়, তখন প্রতিকল্প ব্যবস্থাকে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ বলা যেতে পারে।

শিক্ষালাভের বিভিন্ন উপায়—মানুষ তিনভাবে শিক্ষালাভ করে থাকে :

(১) প্রত্যক্ষ মূর্ত অভিজ্ঞতা—শিক্ষণীয় বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে এসে পশ্চেন্দ্রিয়ের মাধ্যমে শিক্ষালাভ করা যায়। বস্তুকে চোখ দিয়ে দেখে, হাত দিয়ে স্পর্শ



ক'রে, কান দিয়ে শব্দে, জিহ্বা দিয়ে স্বাদ গ্রহণ ক'রে এবং নাক দিয়ে গন্ধ অনুভব ক'রে যে শিক্ষাগ্রহণ করা হয়, সেই শিক্ষা প্রত্যক্ষ এবং মূর্ত ।

(২) পরোক্ষ মূর্ত অভিজ্ঞতা—শিক্ষণীয় বস্তুর প্রতিনিধির মাধ্যমেও শিক্ষা-গ্রহণ করা যায় । সরাসরি শিক্ষণীয় বস্তুর সাহায্যে শিক্ষাগ্রহণ করবার পরিবর্তে বস্তুর ছবি বা মডেল, চলচ্চিত্র ইত্যাদি দেখে বা শব্দে শিক্ষালাভ করা যায় । এই ধরনের শিক্ষা পরোক্ষ হ'লেও মূর্ত ।

(৩) অমূর্ত অভিজ্ঞতা—লিখিত বা মৌখিক শব্দ বা প্রতীকের মাধ্যমে শিক্ষাগ্রহণ করা যায় । কিন্তু প্রথম জ্ঞান আহরণের ক্ষেত্রে প্রতীক বা শব্দের মাধ্যমে শিক্ষা না দেওয়াই উচিত, কারণ সেগুলি অমূর্ত ধারণার সৃষ্টি করে ।

প্রথম জ্ঞান আহরণের ক্ষেত্রে প্রতীক বা শব্দ শিক্ষার্থীর কাছে অর্থবহ নয় । কারণ সেগুলি শিক্ষার্থীর কাছে অমূর্ত ধারণার সৃষ্টি করে । যে শিক্ষার্থী “লেন্স” এবং “থার্মোমিটারে”র সঙ্গে কোনভাবেই পরিচিত নয়, তার কাছে “লেন্স” এবং “থার্মোমিটার” শব্দ দুটি অর্থবহ নয় । এই দুটি বস্তু তার সামনে নিয়ে এসে যখন দেখানো হবে এবং বিভিন্ন কাজে ব্যবহার করা হবে, তখন বস্তু দুটি সম্পর্কে শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা হবে এবং তাদের পার্থক্য বুঝতে তার অসুবিধা হবে না । নতুন জ্ঞান-অর্জনের ক্ষেত্রে প্রতীকের মাধ্যমে শিক্ষা দেবার পরিবর্তে প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার সাহায্যেই শিক্ষা দেওয়া উচিত । প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার মাধ্যমে শিক্ষা দেবার অসুবিধা থাকলে প্রতিনিধিমূলক জিনিসের মাধ্যমে শিক্ষা দিতে হবে । এই প্রতিনিধিমূলক জিনিসগুলি প্রকৃত বস্তুর চার্ট, মডেল, ছবি বা নকশা হ'তে পারে । প্রকৃত বস্তু বা তার প্রতিনিধির সঙ্গে শিক্ষার্থীর শিক্ষামূলক যোগাযোগ ঠিকমত হ'লে পরবর্তীকালে কেবলমাত্র বস্তু সম্পর্কিত কোন লিখিত বা মৌখিক প্রতীকের সাহায্যে শিক্ষার্থী বস্তু বা তার ক্রিয়া সম্বন্ধে ধারণা গঠন করতে পারবে । এইভাবে শিক্ষার্থী মূর্ত বস্তু বা ঘটনার মাধ্যমে মূর্ত অভিজ্ঞতা লাভ ক'রে পরবর্তীকালে অমূর্ত জ্ঞান ও ধারণা গঠনে সমর্থ হয় । প্রথম জ্ঞান অর্জনের ক্ষেত্রে প্রতীকের চাইতে ছবি বা মডেলের উপর গুরুত্ব অধিক দেওয়া উচিত, তা জানা যায় চীনদেশের এক প্রবাদের মাধ্যমে “One picture is worth a thousand words.” অর্থাৎ যে জিনিস বোঝাতে এক হাজার শব্দ ব্যবহার করতে হয়, একটা ভাল ছবির সাহায্যে তা অনায়াসে বুঝিয়ে দেওয়া যেতে পারে । অবশ্য বিশেষ ক্ষেত্রে “একটি শব্দ হাজার ছবির প্রতিনিধিত্ব করতে পারে”—এডগার ডেল ।

শিশু-শ্রেণীতে শিক্ষা দেবার জন্য ফ্রয়বেল তাঁর কিন্ডারগার্টেন পদ্ধতিতে এবং মন্টেসরী তাঁর নার্শারী পদ্ধতিতে মূর্ত বস্তুর মাধ্যমে শিক্ষা দেবার প্রস্তাব করেছিলেন । কিন্ডারগার্টেনে সেই মূর্ত বস্তু হ'ল “Gifts” এবং “Songs” এবং নার্শারীতে “Didactic Apparatus” ।

## ৭।২ দৃষ্টি এবং শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা-উপকরণ (Audio-Visual Teaching Aids)

Dr. Hass এবং Dr. Packer বলেছেন, চোখে দেখে এবং কানে শব্দে মানুষ প্রায় শতকরা ৮৫ ভাগ শিক্ষাগ্রহণ করে থাকে। বাকি শতকরা ১৫ ভাগ শিক্ষা হয়ে থাকে অন্য তিনটি ইন্দ্রিয়ের মাধ্যমে। অধিকাংশ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের তাই উদ্দেশ্য হ'ল, শিক্ষাক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর দর্শন এবং শ্রবণেন্দ্রিয়গত ধারণা ও অভিজ্ঞতাকে সমন্বয় করা। এই ধরনের শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলিকে বলা হয় দৃষ্টি ও শ্রুতি-নির্ভর শিক্ষা-উপকরণ বা Audio-Visual Aids. [“Audio” means ‘to hear’, and “Visual” means ‘to see.’]

॥ ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণের গুরুত্ব ॥

(Importance of Audio-Visual Aids in Teaching Physical Sciences)

॥ ১ ॥ প্রত্যক্ষ বাস্তবের সংস্পর্শে এসে যখন শিক্ষার্থীর শিক্ষালাভে অসুবিধা থাকে, তখন শিক্ষার্থী শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলির মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয়ে প্রাথমিক জ্ঞান ও ধারণা লাভে সমর্থ হয়।

॥ ২ ॥ অনেক সময় দেখা যায়, প্রত্যক্ষ বাস্তবের সংস্পর্শে এসে জ্ঞানলাভ করার শিক্ষাগত উপযোগিতা খুবই কম এবং সেক্ষেত্রে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের মাধ্যমে শিক্ষাগ্রহণ করবার উপযোগিতা অনেক বেশী। যেমন, চন্দ্রগ্রহণ প্রত্যক্ষণ করে গ্রহণের কারণ বিশেষ কিছুই জানা যায় না। কিন্তু শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের মাধ্যমে সে-কারণ সহজেই উপলব্ধি করা যায়।

॥ ৩ ॥ শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান (Apperceptive Mass) এবং নতুন জ্ঞানের মধ্যে উপযুক্তভাবে সংযোগ-বিধান করতে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি খুবই প্রয়োজনীয়।

॥ ৪ ॥ শিক্ষা-উপকরণের ব্যবহারে মৌখিক প্রতীক বা শব্দ-ব্যবহারের প্রয়োজন হয় কম। সেজন্য শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি শিক্ষকের বক্তব্যকে কমাতে সক্ষম এবং বিজ্ঞান-শিক্ষায় অপেক্ষাকৃত কম সময়ে উপযুক্ত অভিজ্ঞতা গঠনে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা যায় এই উপকরণগুলির মাধ্যমে।<sup>১</sup> মৌখিক প্রতীক বা শব্দের সাহায্যে যে অভিজ্ঞতা অর্জন করা যায়, তাহ'ল অমূর্ত (abstract)। কিন্তু দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের সাহায্য নিয়ে যে অভিজ্ঞতা অর্জন করা যায়, তা হ'ল মূর্ত (Concrete)।

॥ ৫ ॥ অনেক শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ আছে যার মাধ্যমে কিভাবে পরীক্ষা করতে হয়, কিভাবে সত্যক'তা অবলম্বন করতে হয় ইত্যাদি শিক্ষার্থীকে শেখানো যায়। প্রকৃত পরীক্ষা সম্পাদন না করেও শিক্ষার্থী অনেক সময় এই উপকরণগুলির সাহায্যে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি সম্পর্কে অবহিত হয় এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি অর্জনে সমর্থ হয়।

৬। শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ বিভিন্ন উপায়ে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ সৃষ্টি করে তাদের পাঠের প্রতি মনোযোগী করে তুলতে সাহায্য করে যেমন—প্রথমতঃ, যখন উপকরণগুলি শ্রেণীতে ব্যবহার করা হয় তখন শ্রেণী-শিক্ষার একঘেরোমি অনেকাংশে দূরীভূত হয়; দ্বিতীয়তঃ, শ্রেণীর কঠোর শৃঙ্খলার (Rigid Discipline) পরিবর্তে এক স্বাধীন পরিবেশ সৃষ্টি হয়। শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর সম্পর্ক অনেকটা বন্ধুত্বপূর্ণ হয়ে ওঠে। তৃতীয়তঃ, চক ও ডাস্টার সহযোগে যে বস্তুতা দেওয়া হয় তা অনুধাবন করতে হ'লে শিক্ষার্থীর ধারণা, কল্পনা শক্তি ও পূর্বে অভিজ্ঞতার প্রয়োজন অনেক বেশী। কিন্তু উপকরণের সাহায্যে শিক্ষণীয় বিষয়টিকে সহজেই অনুধাবন করতে পারে। উপকরণের ব্যবহারে শিক্ষার্থীরা পাঠে অধিকতর আগ্রহী হয়। চতুর্থতঃ, উপকরণ ব্যবহারে শ্রেণীতে শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে এক বাস্তব পরিস্থিতি সৃষ্টি হয়। শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন কাজের সুযোগ পায় যেমন—দেখা, শোনা, স্পর্শ করা, পরীক্ষা করা ইত্যাদি। সুতরাং উপকরণ ব্যবহারের ফলে শ্রেণীতে যে বাস্তব স্বাধীন এবং বৈচিত্র্যময় পরিবেশ সৃষ্টি হয় তাতে শিক্ষার্থী যে শৃঙ্খল শিক্ষণীয় বিষয়টি শেখে তাই নয়, আনন্দ লাভ করে থাকে। এইভাবে শিক্ষা গ্রহণের ফল অনেক বেশী স্থায়ী হয়।

৭। শ্রুতি ও দৃষ্টি নির্ভর উপকরণ ব্যবহার করে বিজ্ঞানের বিভিন্ন ধারণা ও প্রক্রিয়া শিক্ষার্থীর নিকট সহজবোধ্য ও হৃদয়গ্রাহী করে তোলা যায়। দূরের বস্তু, অতীতের ঘটনা, খুব বড় বা ছোট জিনিস, বিরল ঘটনা, বিপজ্জনক পরিস্থিতি, মশহুর বা দূরত প্রক্রিয়া, ক্ষণস্থায়ী বা অদৃশ্য ঘটনা, জটিল ঘটনা ইত্যাদি সম্পর্কে শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা সৃষ্টিতে দৃষ্টি ও শ্রুতি নির্ভর উপকরণের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

॥ দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ নির্বাচনের নীতি ॥

(Criteria of Selecting Audio-Visual Aids)

শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলি হ'ল :

॥ ১ ॥ বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু ও শিক্ষা পদ্ধতির পরিপ্রেক্ষিতে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি নির্বাচন করতে হবে।

॥ ২ ॥ শিক্ষার্থীর চাহিদা ও মানসিক যোগ্যতার সঙ্গে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ-গুলির যোগাযোগ থাকবে। শিক্ষার্থীর পরিবেশ ও অভিজ্ঞতার সাথে উপকরণগুলির সম্বন্ধ থাকা বাঞ্ছনীয়।

॥ ৩ ॥ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি নিখুঁত এবং বাস্তবের প্রতিকল্প হওয়া দরকার। এক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে, শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলির উদ্দেশ্য খুব ছোট জিনিসকে বড় ক'রে এবং খুব বড় জিনিসকে ছোট ক'রে দেখানোই নয়, অনেক ক্ষেত্রে জটিল জিনিসকে সহজ ক'রে দেখানোও বটে। সেক্ষেত্রে শিক্ষা-উপকরণ বাস্তবের নিখুঁত প্রতিকল্প নাও হ'তে পারে।

॥ ৪ ॥ যেখানে মৌখিক বা লিখিত প্রতীকের মাধ্যমে বিষয়বস্তুর ধারণা দেওয়া  
ভৌ. বি. শি.—১২ (Jo)

সম্ভব অথবা যেখানে সরাসরি বাস্তব জ্ঞান দেওয়া সম্ভব এবং সহজও বটে, সেখানে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহারের চেষ্টা অবান্তর।

॥ ৫ ॥ শিক্ষকের শিক্ষাদান প্রক্রিয়াকে সাহায্য করবার জন্যই শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ। সুতরাং শিক্ষক ও পাঠ্যপুস্তকের বিকল্প হিসেবে কোন শিক্ষা-উপকরণের চিন্তা অনাবশ্যক।

॥ ৬ ॥ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের এমন কোন চাকচিক্য থাকা উচিত নয়, যাতে তার বাহ্যিক দিকটাই শিক্ষার্থীর কাছে অধিক আকর্ষণীয় হয়ে পড়ে এবং তার কার্যকর দিকটি অবহেলিত হয়। তেমনিভাবে উপকরণগুলি বেশী পুরানো ও জীর্ণ হওয়াও ক্ষতিকর।

॥ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহারের নীতি ॥

(Principles of Using Teaching Aids)

॥ ১ ॥ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহারে শিক্ষকের বিচক্ষণতা থাকা উচিত। শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি ব্যবহার করবার সময় উপযুক্ত ভাষা, প্রশ্নাত্তর বা অন্যান্য শ্রেণীর কাজের মাধ্যমে শিক্ষক শিক্ষণীয় বিষয়কে তাৎপর্যপূর্ণ করে তুলবেন।

॥ ২ ॥ উপকরণগুলি এমন জায়গায় রেখে শিক্ষা দিতে হবে, যাতে সবল শিক্ষার্থী সমানভাবে দেখতে বা শুনতে পায়।

॥ ৩ ॥ উপকরণগুলি নিয়মিতভাবে সাজিয়ে রাখতে হবে। যখন যে উপকরণ প্রয়োজন, সেটি ব্যবহার করতে হবে এবং ব্যবহারের শেষে সেটিকে সরিয়ে রাখতে হবে।

॥ ৪ ॥ শিক্ষা-উপকরণ যদি কোন যন্ত্রপাতি হয়, তাহলে তার ব্যবহারের সময় ছাত্রদের সহযোগিতা চাওয়া যেতে পারে।

॥ ৫ ॥ কোন উপকরণের বিভিন্ন অংশ থাকলে, সতর্কতার সঙ্গে প্রত্যেক অংশের প্রতি পৃথক পৃথকভাবে দৃষ্টি আকর্ষণ করতে হবে।

॥ ৬ ॥ সম্ভব হলে শিক্ষক, বিশেষ বিশেষ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের নকশা ছাত্রদের একে নিতে বলবেন।

॥ ৭ ॥ উপকরণগুলি ব্যবহারের জন্য শিক্ষকের পূর্ব পরিবর্তন ও প্রস্তুতি থাকা প্রয়োজন।

॥ ৮ ॥ উপকরণগুলি ব্যবহারের পূর্বে শিক্ষার্থীদের প্রস্তুত করা প্রয়োজন বিশেষ করে ফিল্ম স্ট্রিপ, চলচ্চিত্র, T.V. এবং রেডিও প্রোগ্রামের সময়। শিক্ষার্থীরা কোথায় বসবে, কোন অংশগুলি ভালভাবে দেখবে, কোথায় নোট নেবে ইত্যাদি আগের থেকে ঠিক করে নিতে হবে।

॥ ৯ ॥ উপকরণের সংখ্যা প্রয়োজনের দ্বারা নির্দিষ্ট হওয়া উচিত। কোন পাঠে খুব বেশী উপকরণ ব্যবহার করা ঠিক নয়, কারণ সেক্ষেত্রে শিক্ষণীয় বিষয়ের চাইতে উপকরণ বেশী প্রাধান্য পেতে পারে।



৥ শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহারের বিশেষ ক্ষেত্রগুলি ॥

(Teaching Situation where Aids are to be Used)

১ ॥ দূরের বস্তু সম্পর্কে ধারণা দেবার জন্য (To present exotic materials)—বস্তু যদি খুব দূরবর্তী হয়, যেমন—গ্রহ, তারকা—এসব ক্ষেত্রে চার্ট, ছবি, মডেল, চলচ্চিত্র, রেকর্ডের ইত্যাদির সাহায্যে শিক্ষার্থীকে শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে ধারণা দেওয়া যেতে পারে।

২ ॥ অতীতের কোন ঘটনা বা বস্তুকে উপস্থাপিত করবার জন্য (To present historic materials)—কোন বৈজ্ঞানিকের জীবনী বা কর্মপন্থাতি বা এই জাতীয় কোন অতীত ঘটনাকে শ্রেণীকক্ষে উপস্থাপিত করবার জন্য শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করা যেতে পারে যেমন—স্থিতিচিত্র, ছবি, রেকর্ডিং ইত্যাদি।

৩ ॥ বড় জিনিসকে ছোট করে দেখবার জন্য (To give a bird's-eye view)—কোন এঞ্জিন বা শিল্প-প্লান্ট ইত্যাদি যা শ্রেণীকক্ষে আনা সম্ভব নয়, এমন সব জিনিসকে শ্রেণীর উপযোগী করে বোঝাতে হলে আনুপাতিক পরিমাপযুক্ত মডেল (Scaled Model) ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪ ॥ ক্ষুদ্র জিনিসকে বড় করে দেখবার জন্য (To present information about microscopic materials)—যেসব জিনিস আকারে খুব ছোট বা যা খালি চোখে দেখা যায় না, যেমন—অণু, পরমাণু বা কেলসের গঠন ইত্যাদি, সেসব ক্ষেত্রে বিষয়বস্তুকে বড় আকারে শ্রেণীর সবাইকে দেখাতে হলে ছবি, নকশা, ফিল্ম, স্লাইড ইত্যাদির সাহায্য নেওয়া যেতে পারে।

৫ ॥ বিরল ঘটনার সঙ্গে পরিচয় করাবার জন্য (To acquaint pupils with infrequent phenomena)—রামধনু, ধূমকেতু ইত্যাদির মত প্রাকৃতিক বস্তু বা ঘটনা যা সচরাচর দেখা যায় না, সেসব বিষয়ে ছাত্রদের অভিজ্ঞতা সৃষ্টি করতে হলে ছবি, নকশা বা ফিল্ম ব্যবহার করা যায়। পরে সন্যোগ হলে শিক্ষার্থী এই সব প্রাকৃতিক ঘটনা পর্যবেক্ষণ করতে পারে।

৬ ॥ বিপজ্জনক পরিস্থিতির সঙ্গে পরিচয় করাবার জন্য (To acquaint pupils with dangerous condition)—পরীক্ষাগারে কি জাতীয় দ্রব্যটনা ঘটে, কিভাবে পরমাণুর বিস্ফোরণ ঘটানো হয়—এই সব জিনিস সম্পর্কে শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা সৃষ্টি করতে হলে ফিল্ম ব্যবহার করা যেতে পারে।

৭ ॥ কোন মন্থর প্রক্রিয়াকে দ্রুত দেখাবার জন্য (To speed up gradual changes)—মরীচা ধরবার পন্থাতি, জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া, পৃথিবীর বার্ষিক গতি ইত্যাদি মন্থর প্রক্রিয়া। শ্রেণীতে এই সব বিষয়ে শিক্ষার্থীদের উপযুক্ত ধারণা দিতে হলে, প্রক্রিয়াগুলিকে দ্রুত দেখাতে হবে এবং তার জন্য চলচ্চিত্র ব্যবহার করা যেতে পারে।

৮ ॥ দ্রুত প্রক্রিয়াকে ধীরে দেখাবার জন্য (To slow down action,—রকেটের গতি, পতনশীল বস্তুর পতনের পন্থাতি ইত্যাদি সম্পর্কে শিক্ষার্থীর মনে

উপবৃত্ত ধারণার সৃষ্টি করতে হ'লে সেই সব প্রক্রিয়াকে ধীরে দেখানো উচিত। এসব ক্ষেত্রে দ্রুত গতিতে ছবি তুলে ধীরে ধীরে চলচ্চিত্রের সাহায্যে দেখানো যেতে পারে।

॥ ৯ ॥ আবদ্ধ বস্তুর আভ্যন্তরীণ গঠন সম্পর্কে ধারণা দেবার জন্য (To show the interior of things normally closed)—এসব ক্ষেত্রে প্রস্ফেদ মডেল, একাধিক ছবি বা চিত্রের সাহায্যে শিক্ষার্থীকে ধারণা দেওয়া যায়।

॥ ১০ ॥ কোন ছাটিল প্রক্রিয়া বোঝাবার জন্য (To show action of devices not easily studied)—X-ray, ক্যাথোড রশ্মি কিভাবে উৎপন্ন হয়, লেন্স আলোর গতিপথ কিভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় ইত্যাদি সম্পর্কে ধারণা দিতে কার্যকরী মডেলের প্রয়োজন।

॥ ১১ ॥ যেসব জিনিস দেখা যায় না, সেগুলি সম্পর্কে ধারণা দেবার জন্য (To introduce the process which is not physically perceptible)—শব্দ-তরঙ্গ, ভিড়িং-চুম্বকীয় তরঙ্গ, ইলেকট্রন-প্রবাহ, পরমাণুর গঠন, মৌলের যোজ্যতা বাহু ইত্যাদি চোখে দেখা যায় না বা অন্যান্যভাবেও ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য নয়। এসব ক্ষেত্রে ধারণা-সৃষ্টিতে চলচ্চিত্র, চার্ট, স্থির চিত্র দেখান যেতে পারে।

### ৭।৩ ॥ শ্রুতি ও দৃষ্টিনির্ভর উপকরণের শ্রেণীভেদ ॥

#### (Classification of Audio-Visual Aids)

শ্রুতি ও দৃষ্টিনির্ভর শিক্ষা উপকরণগুলির ব্যবহারে দর্শনেন্দ্রিয় বা শ্রবণেন্দ্রিয় বা উভয় ইন্দ্রিয়েরই প্রয়োজন হয়। যে সকল উপকরণ শুধু দৃষ্টিনির্ভর বা শ্রুতিনির্ভর সেগুলিকেও শ্রুতি ও দৃষ্টিনির্ভর উপকরণ বলা হয় এই কারণে যে উপকরণগুলি কার্যকরী উপায়ে শ্রেণীতে ব্যবহার করবার সময় শিক্ষার্থীদের দর্শন ও শ্রবণেন্দ্রিয়ের প্রয়োজন হয়।

A. ইন্দ্রিয় ব্যবহারের ভিত্তিতে উপকরণগুলির শ্রেণী বিভাজন করা যায় তিন উপায়ে—

॥ ১ ॥ দর্শনমূলক উপকরণসমূহ (visual Aids)—এই উপকরণগুলির ব্যবহারে শুধু দর্শনেন্দ্রিয়ের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ—পাঠ্যপুস্তক, যন্ত্রপাতি, চার্ট, মডেল, নকশা, ছবি, ফিল্মস্ট্রিপ ও স্লাইড প্রোজেক্টর, ওভার হেড প্রোজেক্টর, এপিডায়াম-স্কোপ, মাইক্রো প্রোজেক্টর, ব্ল্যাকবোর্ড ইত্যাদি।

॥ ২ ॥ শ্রবণমূলক উপকরণসমূহ (Auditory Aids)—এই সব উপকরণ ব্যবহারের ক্ষেত্রে শ্রবণেন্দ্রিয়ের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ—রেডিও, রেকর্ডিং এবং শ্লেব্যাক-ব্যবস্থা ইত্যাদি।

॥ ৩ ॥ দর্শন ও শ্রবণমূলক উপকরণসমূহ (Audio-Visual Aids)—এই সব উপকরণ ব্যবহারে শ্রবণ ও দর্শনেন্দ্রিয়ের প্রয়োজন হয় একই সঙ্গে। এই উপকরণগুলি—চলচ্চিত্র ও দূরেক্ষণ (Television) ইত্যাদি।

B. প্রক্ষেপণের (Projection) ভিত্তিতে উপকরণগুলিকে প্রধানতঃ দু'ভাগে ভাগ করা যায়।

॥ ১ ॥ অপ্রক্ষিপ্ত (Non-projected Aids)—যেগুলিতে কোন পর্দার প্রয়োজন হয় না যেমন—যন্ত্রপাতি, চার্ট, মডেল ইত্যাদি।

॥ ২ ॥ প্রক্ষিপ্ত (Project Aids)—যেগুলিতে পর্দার প্রয়োজন হয় যেমন—এপিডায়াস্কোপ, ফিল্মস্ট্রিপ প্রোজেক্টর, চলচ্চিত্র ইত্যাদি।

C. ছবির গতি অনুসারে প্রক্ষেপণকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়।

॥ ১ ॥ স্থির প্রক্ষেপণ (Still Projection)—যে প্রক্ষেপণে ছবির কোন গতি নেই যেমন—এপিডায়াস্কোপ, ফিল্মস্ট্রিপ প্রোজেক্টর, মাইক্রো প্রোজেক্টর ইত্যাদি।

॥ ২ ॥ গতিযুক্ত প্রক্ষেপণ (Moving Projection)—যে প্রক্ষেপণের ছবির গতি আছে যেমন—চলচ্চিত্র, দূরেক্ষণ ইত্যাদি।

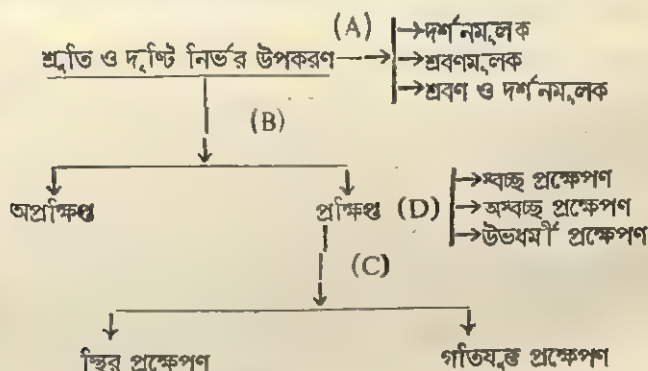
D. নিক্ষেপ বস্তুর স্বচ্ছতা ও অস্বচ্ছতা অনুসারে প্রক্ষেপণকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়

॥ ১ ॥ স্বচ্ছ নিক্ষেপণ (Transparent Projection)—ফিল্মস্ট্রিপ প্রোজেক্টর, ডায়াস্কোপ, চলচ্চিত্র, দূরেক্ষণ ইত্যাদি।

॥ ২ ॥ অস্বচ্ছ নিক্ষেপণ (Opaque Projection)—এপিস্কোপ।

॥ ৩ ॥ উভয়মুখী নিক্ষেপণ—এপিডায়াস্কোপ, ওভারহেড প্রোজেক্টর ইত্যাদি।

ছক আকারে উপরের শ্রেণীবিভাগগুলি নীচে দেখান হ'ল।



### 7.3.1. দৃষ্টিনির্ভর উপকরণ (Visual Aids)

ক. অপ্রক্ষিপ্ত উপকরণ (Non Projected Aids) :

চার্ট (Chart), গ্রাফ (Graph), নকশা (Diagram), ছবি (Picture).

এই শিক্ষা-উপকরণগুলি সবই দ্বিমাত্রিক (Two Dimensional)। শিক্ষা-উপকরণ হিসাবে এগুলি সহজেই তৈরি এবং ব্যবহার করা যায়।

॥ চার্ট ॥ ব্যবহার : বিভিন্ন জিনিসের মধ্যে সম্পর্ক বোঝাতে, কোন জটিল যন্ত্রের বিভিন্ন অংশের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক বোঝাতে, কোন জিনিসের ক্রমিক-বিবর্তন বা রূপান্তর বোঝাতে চার্ট ব্যবহার করা যেতে পারে। উদাহরণ—বেনজামিনের যুগ থেকে আজ পর্যন্ত বিদ্যুতের কি ধরনের ক্রমবিবর্তন হয়েছে, বস্তুকে ভাঙলে কি কি মৌলিক কণা পাওয়া যায়, ক্যাথোড রশ্মি-যন্ত্রের বিভিন্ন অংশের মধ্যে বিভাবে যোগাযোগ রক্ষিত হয়, কার্বনের বহুরূপিতা, শক্তির রূপান্তর, মৌলের শ্রেণীবিভাগ, পদার্থ ও রসায়নবিদদের কালপঞ্জী ইত্যাদি চার্টের মাধ্যমে দেখানো যায়।

চার্টের মাধ্যমে কোন অমূর্ত প্রক্রিয়াকে মূর্ত ক'রে তোলা যায় ; যেমন—নাইট্রোজেন চক্র, কার্বন চক্র কিংবা পরমাণুর গঠন-সম্পর্কিত চার্ট।

**প্রস্তুতি ও শ্রেণীবিভাগ :** পেনসিল, কালি ও রঙের ব্যবহার ক'রে চার্ট আঁকা যেতে পারে। অনেক সময় ম্যাগাজিন বা পত্রিকার ছবি কেটে কাগজে বসিয়েও চার্ট তৈরি করা যেতে পারে। চার্ট তিন ধরনের হয়—

(i) **Flow Chart**—কোন বিষয়ের অন্তর্গত বিভিন্ন অংশের মধ্যে সম্পর্ক বোঝাবার জন্য এই চার্ট ব্যবহার করা হয়। তীর চিহ্নের সাহায্যে এই সম্পর্ক বোঝান হয়।

(ii) **Table chart**—দুই বা ততোধিক জিনিসের মধ্যে তুলনা করবার জন্য ব্যবহৃত হয়। এই চার্টে দুই বা ততোধিক স্তম্ভ থাকে। স্তম্ভগুলিতে তুলনীয় বৈশিষ্ট্যগুলি পাশাপাশি লেখা হয়।

(iii) **Strip Tease Chart**—প্রতিপাদ্য বিষয়গুলির প্রত্যেকটিকে এক-একটি টুকরো কাগজে লিখে বা এঁকে নিয়ে একটি বড় কাগজ বা বোর্ডে আটকাতে হয়। চার্ট ব্যবহার করবার আগে প্রত্যেক টুকরোকে ঢেকে রাখতে হয় এবং আলোচনার সময় একে একে সেগুলির আবরণ উন্মোচন করতে হয়। এর ফলে প্রতিটি অংশের বিবরণ বা ছবির প্রতি শিক্ষার্থীর দৃষ্টি বিশেষভাবে আকর্ষণ করা সম্ভব হয়।

॥ চার্ট প্রস্তুতি ও ব্যবহারে সতর্কতা ॥ চার্টগুলি আকারে বড় হওয়া বাঞ্ছনীয়। চার্ট পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন হবে এবং চার্টের বিষয়বস্তু সংক্ষিপ্ত হবে। চার্টের শিরোনাম এবং বিভিন্ন অংশের নামকরণ বড় বড় হরফে লিখতে হবে। চার্টে উপযুক্ত বাল ও রঙের ব্যবহার করে চার্ট সম্পূর্ণ করতে হবে। বৈচিত্র্য আনবার জন্য বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রঙ ব্যবহার করা যেতে পারে। চার্টের বিষয়বস্তু নিভুল হবে এবং যথা সম্ভব প্রকৃত শিক্ষণীয় বিষয়ের প্রতিনিধিত্ব করবে। বিষয়গুলি ধারাবাহিকভাবে সাজাতে হবে। শিক্ষক প্রয়োজনমত বিভিন্ন অংশের যথাযথ ব্যাখ্যা করবেন। চার্ট এমন জায়গায় টাঙাতে হবে যাতে সবাই দেখতে পায়।

॥ গ্রাফ ॥ তুলনামূলক আলোচনার ক্ষেত্রে লেখচিত্র বা গ্রাফ খুবই প্রয়োজনীয়। দুইটল রাশির পারস্পরিক সম্পর্ক গ্রাফের সাহায্যে সহজেই অনুধাবন করা যায়। তুলনামূলক আলোচনার জন্য ব্যবহার করা হয় সাধারণতঃ (ক) বার গ্রাফ (Bar



Graph) এবং 'খ' পাই চিত্র (Pie Diagram)—উদাহরণ : বিভিন্ন জ্বালানী (Fuel) ব্যবহারের পরিমাণ, বায়ুমণ্ডলে বিভিন্ন গ্যাসের আয়তনের শতকরা পরিমাণ ইত্যাদি বোঝাতে গেলে এই জাতীয় গ্রাফ ব্যবহার করা যেতে পারে। দৃষ্টি চল রশ্মির পারস্পরিক সম্বন্ধ বোঝাতে ব্যবহার করা যায় রেখাচিত্র (Line Graph); যেমন—তাপ ও উষ্ণতার সম্পর্ক, গভীরতা ও চাপের সম্পর্ক, বিভব প্রভেদ ও তড়িৎপ্রবাহ মাত্রার সম্পর্ক ইত্যাদি।

॥ গ্রাফ প্রস্তুতি ও ব্যবহারে সতর্কতা ॥ গ্রাফ স্পষ্ট ও নির্ভুল হবে এবং বিষয়বস্তুকে অর্থবহ করে তুলবে। গ্রাফকে অর্থবহ করে তুলতে রঙের ব্যবহার করা যেতে পারে। গ্রাফের স্কেল যথার্থ হওয়া উচিত। গ্রাফ শুদ্ধ ব্যবহার না করে, চার্ট, ডায়াগ্রাম বা অন্যান্য উপকরণের সঙ্গে ব্যবহার করা উচিত। গ্রাফের বিভিন্ন অংশ ঠিকমত চিহ্নিত করতে হবে। সবচেয়ে ভাল হবে শিক্ষার্থী যদি নিজের পরীক্ষার ভিত্তিতে গ্রাফ অঙ্কন করে।

২৮ নকশা (Sketch) ও রেখাচিত্র (Diagram)—যদি এক বা একাধিক রেখার সাহায্যে কোন বস্তুর রূপকে ফর্দটিয়ে তোলা যায়, তাকেই বলে নকশা। নকশার আকার বা আয়তন প্রকৃত বস্তুর আকার বা আয়তনের সঙ্গে সমানুপাতিক হওয়া প্রয়োজন। নকশা সহজ এবং স্পষ্ট হবে। নকশায় বৈচিত্র্য আনবার জন্য রঙের ব্যবহার করা যেতে পারে। বিভিন্ন জিনিসের নকশা অঙ্কন করা যায় যেমন—গ্যাস প্রস্তুতির জন্য উপকরণগুলির সংজ্ঞা, বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, গ্রহগুলির অবস্থান, সাধারণ তুলা, কোন বৈজ্ঞানিকের চেহারা, পরীক্ষায় ব্যবহৃত কোন যন্ত্র ইত্যাদি নকশার বিভিন্ন অংশ ঠিকমত চিহ্নিত করতে হবে। রেখা ও জ্যামিতিক আকৃতির সাহায্যে অঙ্কনকে বলা হয় রেখাচিত্র। রেখাচিত্রে কোন ছবি থাকে না। আলোক বিজ্ঞান, তড়িৎ বিদ্যা ও সাধারণ পদার্থবিজ্ঞানে রেখাচিত্রের প্রয়োজন সবচেয়ে বেশী।

ফটোগ্রাফ ও ছবি—ফটোগ্রাফ ও ছবিকে ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষায় ব্যবহার করা যায়। শিক্ষক বা শিক্ষার্থীরা নিজেই ক্যামেরায় ছবি তুলতে পারেন এবং তুলি ও রঙের ব্যবহার করে ছবি আঁকতে পারেন অথবা ম্যাগাজিন থেকেও ছবি সংগ্রহ করা যেতে পারে। ছবি সাধারণভাবে বড় হওয়া (enlarged) হওয়া দরকার। ছবির বা ফটোগ্রাফের আবেগধর্মী মূল্য এবং বাস্তবতা নকশার চাইতেও অনেক বেশী। সুতরাং কোন বিজ্ঞানী, কোন যন্ত্র বা কোন শিল্প-ব্যবস্থায় নকশার পরিবর্তে যদি কোন ছবি শিক্ষার্থীকে দেখানো যায়, তাহলে সে শিক্ষায় আরও বেশী উৎসাহী হয়ে উঠবে। কোন কোন ছবি থেকে বস্তু সম্পর্কে ত্রিমাত্রিক ধারণা লাভ করা যায়। এই ছবিকে বলা হয় ত্রিমাত্রিক ছবি (Three Dimensional Picture)

॥ চার্ট, নকশা, গ্রাফ, ছবি ইত্যাদির শিক্ষাগত মূল্য ॥

॥ ১ ॥ এই উপকরণগুলির সাহায্যে ভৌত বিজ্ঞানের শিক্ষণীয় বিষয়কে অধিকতর স্পষ্ট করে তোলা যায়।

॥ ২ ॥ এই উপকরণগুলি ব্যবহার ক'রে শিক্ষার্থীর অধিকতর মনোযোগ আকর্ষণ করা সম্ভব এবং কখনও কখনও বিষয়বস্তুর প্রতি শিক্ষার্থীর কৌতূহল এবং আগ্রহ বৃদ্ধি করা যায় অর্থাৎ সহজেই।

॥ ৩ ॥ উপকরণগুলির ব্যবহারে শিক্ষার্থীর যুক্তি ও বিচার ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়।

॥ ৪ ॥ এই উপকরণগুলি শিক্ষকের বক্তব্যের বোঝা কমাতে সাহায্য করে।

॥ ৫ ॥ অন্যান্য শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলির সাথে এই উপকরণগুলি ব্যবহার করে শিক্ষাদান করলে আরও ভাল ফল পাওয়া যায়।

॥ আলোচনা ॥ যদি শিক্ষক এবং শিক্ষার্থী নিজেরাই এই উপকরণগুলি তৈরি করতে পারেন, তাহলে উপকরণগুলির শিক্ষাগত মূল্য অধিক হবে। বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে এই জাতীয় উপকরণ বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠান ও বিভিন্ন বাণিজ্যিক সংস্থার কাছ থেকে স্বল্প অথবা বিনামূল্যে সংগ্রহ করা যেতে পারে। নকশা, চার্ট ইত্যাদি শিক্ষক এমনভাবেই অঙ্কন করবেন যাতে শিক্ষার্থীরা সেগুলি সহজেই অনুকরণ করে আঁকতে পারে। এই উপকরণগুলির সংগ্রহ মূল্য কম বলে আমাদের বিদ্যালয়ে এগুলি সহজেই ব্যবহার করা যেতে পারে।

### ॥ বস্তু ও নমুনা (Objects Specimens) ॥

॥ বস্তু ॥ যে জিনিস শিখতে বা জানতে চাওয়া হয়, সেই জিনিসকে বলা হয় বস্তু। থার্মোমিটার সম্পর্কে শিক্ষার্থীকে কিছু শেখাবার সময় যখন থার্মোমিটারকেই প্রেক্ষণীকক্ষে উপস্থিত করা হয়, তখন থার্মোমিটারকে বলা হবে বস্তু।

॥ নমুনা ॥ নমুনা হ'ল প্রকৃত শিক্ষণীয় বস্তুর অংশ বা খণ্ড বিশেষ। এতে বাস্তবতা আছে কিন্তু স্বাভাবিক পরিবেশ নেই।

রসায়নের পাঠে বস্তু বা নমুনা ব্যবহারের সুযোগ খুব বেশী। রসায়নের কোন পরীক্ষায় বিভিন্ন মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ, অ্যাসিড, লবণ, ক্ষার ও অন্যান্য বিকারকের প্রত্যক্ষ ব্যবহার ক'রে পাঠ দেওয়া যায়। কিন্তু পদার্থ-বিজ্ঞানে নমুনা বা বস্তুর ব্যবহার হয় অপেক্ষাকৃত কম। পদার্থ-বিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয় শুধু বস্তু নয়, “প্রাকৃতিক ঘটনা” ও পাঠ্য বিষয়ের অন্তর্ভুক্ত। কিন্তু কোন “বস্তু” মত কোন “ঘটনা”র নমুনা সংগ্রহ করা সম্ভব নয় যেমন—কোন “গ্রহণের” নমুনা বা “প্রতিফলনে”র নমুনা আমরা সংগ্রহ করতে পারি না।

॥ আলোচনা ॥ বস্তু এবং নমুনার সাহায্যে শিক্ষা দিলে শিক্ষার্থী প্রত্যক্ষভাবে শিক্ষণীয় বিষয়ের সম্পর্কে আসতে পারে। নমুনার সাহায্যে শিক্ষার্থী প্রকৃত শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে প্রত্যক্ষ প্রাথমিক ধারণা বা জ্ঞান অর্জন করতে পারে।

কোন বস্তুর ত্রিমাত্রিক (Three Dimensional) প্রতিচ্ছবিকে সাধারণতঃ মডেল বলা হয়। এই প্রতিচ্ছবি আসল বস্তু থেকে কখনও আকার ও আয়তনে বড় হয়, কখনও বা ছোট হয়ে থাকে। দ্বিমাত্রিক (Two Dimensional) চার্ট, ভাস্কর্য বা

ছবি থেকে অনেক সময় প্রকৃত জিনিস সম্পর্কে ধারণা গঠনে অসুবিধা হয়। সেক্ষেত্রে ত্রিমাত্রিক মডেলের সাহায্যে প্রকৃত বস্তু সম্পর্কে যথার্থ এবং স্পষ্ট ধারণা লাভ করা অনেক সহজ। অনেক প্রকৃত শিক্ষণীয় বস্তু খুব বৃহৎ বা খুব ক্ষুদ্র হয় বা জটিল হয়। সেজন্য সেগুলিকে শ্রেণীকক্ষে আনা সম্ভব হয় না। সেক্ষেত্রে মডেল ব্যবহার করে শিক্ষা দেওয়া যেতে পারে। অনেক সময় দেখা গেছে, প্রকৃত বস্তুর সাহায্যে শিক্ষার্থী কোন ব্যাপক ধারণা লাভে সক্ষম হয় না, যেমন একটি উড়োজাহাজ দেখে তার গঠন-প্রণালী ও উড়বার কৌশল অনুধাবন করা শিক্ষার্থীর পক্ষে সহজসাধ্য নয়। সেক্ষেত্রে প্রকৃত বস্তুর মডেলের সাহায্যে অনেক সহজেই বস্তুর গঠন ও কার্য-প্রণালী সম্পর্কে ধারণা গঠন ও জ্ঞান অর্জন করা সম্ভব।

এক ধরনের মডেল আছে যাকে বলা হয় হাস্যকর মডেল বা Mock up Model। এই ধরনের মডেল বাস্তবের খুবই কাছাকাছি। এই ধরনের মডেলে প্রকৃত বস্তুর বিভিন্ন অংশ যথাসম্ভব যোগাড় করে সেগুলিকে নিজ উপায়ে জুড়ে নিয়ে বস্তুর গঠন এবং কার্য-প্রণালী ব্যাখ্যা করা যেতে পারে। রেডিও বা মোটরের ভাঙা অংশগুলি পর পর জোড়া লাগিয়ে রেডিও বা মোটরের একটি হাস্যকর মডেল তৈরি করা যেতে পারে। এই ধরনের মডেল প্রকৃত রেডিও বা মোটরের মত কার্যকর না হলেও এগুলি থেকে প্রকৃত বস্তুর গঠন বা কার্য-প্রণালী সহজে উপলব্ধি করা যায়।

মডেল ব্যবহারের পদ্ধতি অনুসারে মডেলগুলিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়—

(১) ঘন (Solid)

(২) এক্স-রে (X-Ray)

(৩) সক্রিয় মডেল (Working Model)

॥ ঘন মডেল ॥ এই মডেল ব্যবহার করা হয় বস্তুর বাহ্যিক গঠন-প্রকৃতি বোঝাবার জন্য যেমন—একটি জলাধারের মডেল, কোন শিল্প প্ল্যান্টের মডেল (কোল গ্যাস প্ল্যান্ট, স্টিল প্ল্যান্ট ইত্যাদি)।

॥ এক্স-রে মডেল ॥ বস্তুর অভ্যন্তরীণ গঠন-প্রণালী বোঝাবার জন্য X-Ray Model ব্যবহার করা হয়; যেমন—মোটরের কোন ছেদিতাংশ (Cross Sectional) মডেলের সাহায্যে মোটরের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ সম্পর্কে শিক্ষার্থীকে ধারণা দেওয়া যায়।

॥ সক্রিয় মডেল ॥ সক্রিয় মডেলের উদ্দেশ্য হল কোন যন্ত্রের কার্যনীতি সম্পর্কে ধারণা দেওয়া; যেমন—কিভাবে মোটর গাড়ী চলে, কিভাবে পাম্প মেশিন কাজ করে, কিভাবে গম-কলে গম পেষাই করা হয় ইত্যাদি।

॥ মডেল নির্মাণ ও ব্যবহারের সতর্কতা ॥

(ক) যে কোন মডেলের প্রকৃত বস্তুর সঙ্গে সামঞ্জস্য থাকা প্রয়োজন

(খ) শ্রেণীতে দেখাবার জন্য মডেলটির উপযুক্ত আকার থাকা প্রয়োজন

(গ) মডেলটি বেশ শক্ত হওয়া প্রয়োজন

(ঘ) আনা-নেওয়ার সুবিধার জন্য মডেলটি হালকা হওয়া প্রয়োজন

(৬) মডেল ব্যবহারের সময় প্রকৃত বস্তুর একটি নকশা ব্যবহার করতে হবে, যে নকশা দেখে শিক্ষার্থীরা তাদের নোটবুকে ছবি এঁকে নিতে পারবে।

(৮) বস্তুর আকার-আকৃতি সম্পর্কে সঠিক ধারণা দিতে হলে সঠিক পরিমাপসম্পন্ন মডেল (Scaled Model) ব্যবহার করা যায়। বস্তু জটিল হলে সরলীকৃত মডেল (Simplefied Model) ব্যবহার করতে হয়।

॥ মডেলের শিক্ষাগত মূল্য ॥ শিক্ষাগত মূল্য চার্ট ও নকশার মতই, তবে মডেলের বাস্তবতা চার্ট বা নকশার চাইতে বেশী কারণ মডেল হল ত্রিমাত্রিক জিনিস।

॥ আলোচনা ॥ X-Ray Model এবং সক্রিয় মডেল তৈরি করতে বিশেষ প্রশিক্ষণের প্রয়োজন। সৈদিক থেকে ঘন মডেল তৈরি করতে বিশেষ কোন প্রশিক্ষণের প্রয়োজন হয় না। শিক্ষাক্ষেত্রে সক্রিয় মডেলের প্রয়োজনীয়তা সবচেয়ে বেশী।

### ॥ ব্ল্যাক বোর্ড ॥ (Black Board)

দৃষ্টিনির্ভর যত উপকরণ ব্যবহার করা হয়, তার মধ্যে ব্ল্যাক বোর্ড সবচেয়ে অধিক প্রচলিত। সমস্ত রকমের শিক্ষায় এর উৎকৃষ্ট অবদান আছে। বিভিন্ন ধরনের ব্ল্যাক বোর্ড ব্যবহার করা হয়ে থাকে, তার মধ্যে কয়েকটি হ'ল—দেওয়াল বোর্ড, স্ট্যান্ড বোর্ড, ঘূর্ণায়মান বোর্ড (Revolving Board), স্লাইডিং বোর্ড (Sliding), রোল আপ বোর্ড (Roll up) ইত্যাদি। অন্যান্য বোর্ডগুলিতে শ্রেণীকক্ষেই শিক্ষক লিখে থাকেন। কিন্তু রোল আপ বোর্ডে শিক্ষক আগের থেকে কোন ছবি এঁকে বা কোন বস্তু লিখে এনে শ্রেণীকক্ষে টাঙিয়ে রাখতে পারেন, যতক্ষণ প্রয়োজন হয়। রোল আপ বোর্ড ইচ্ছামত গুটিয়ে রাখা যায় এবং সংজেই বহনযোগ্য। কালো রঙের বোর্ড ছাড়াও অন্যান্য রঙের বোর্ড দেখা যায়। তবে সেগুলির ব্যবহার হয় খুবই কম। বোর্ডে লেখবার জন্য সাধারণতঃ সাদা চক ব্যবহার করা হয়। বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে রঙীন চক সাদা চকের সঙ্গে ব্যবহার করা হয় বোর্ডে-অঙ্কিত কোন ছবির বিভিন্ন অংশ স্পষ্ট করে তোলাবার জন্য।

শ্রেণী-শিক্ষায় ব্ল্যাক বোর্ড ব্যবহারের স্দবিধা অনেক যেগন :

॥ ১ ॥ মৌখিক শিক্ষার অঙ্গ হিসেবে শিক্ষক যখন-তখন বোর্ড ব্যবহার করতে পারেন এবং ব্ল্যাক বোর্ডের কাজ শিক্ষার্থীরা সহজেই অনুধাবন করতে পারে এবং টুকে নিতে পারে।

॥ ২ ॥ শ্রেণীতে শিক্ষা চলাকালীন শিক্ষক বিভিন্ন স্তরে বোর্ড ব্যবহার করে থাকেন। ব্ল্যাক বোর্ডে আঁকা অথবা লেখা যায়—

- (i) চার্ট
- (ii) যন্ত্রপাতির নাম
- (iii) বিভিন্ন নকশা
- (iv) সংজ্ঞা
- (v) গুরুত্বপূর্ণ শব্দ
- (vi) সারাংশ



(vii) বিভিন্ন সমস্যা ও তার সমাধান

(viii) প্রয়োজনীয় নির্দেশ

(ix) গ্রাফ ইত্যাদি।

॥ ৩ ॥ ব্ল্যাক বোর্ডের খরচা খুবই কম। ব্ল্যাক বোর্ডের আনুসঙ্গিক খরচার মধ্যে আছে শুদ্ধ চক ও ডাস্টার। এই অল্প খরচার বিনিময়ে ব্ল্যাক বোর্ড সব সময় ব্যবহার করা যেতে পারে।

॥ ৪ ॥ শ্রেণীর ব্ল্যাক বোর্ডে ছবি আঁকলে শিক্ষার্থী সেই ছবি সহজেই খাতায় এঁকে নিতে পারে এবং এইভাবে শিক্ষার্থী অক্ষনমূলক দক্ষতা-অর্জনের সুযোগ পায়।

॥ ব্ল্যাক বোর্ড ব্যবহারে সতর্কতা ॥

॥ ১ ॥ ব্ল্যাক বোর্ডে খুব ঘনভাবে লেখা ঠিক নয়।

॥ ২ ॥ বোর্ডে বস্তু সংক্ষেপে এবং সহজ ভাষায় লিখতে হবে।

॥ ৩ ॥ বোর্ডে নকশা অঙ্কন করা যেতে পারে; তবে কোন জাঁটিল চিত্র থাকলে ক্লাস শুরুর হবার আগেই চিত্রের রেখাগুলি অস্পষ্টভাবে এঁকে রাখতে পারলে ভাল হয়। সেক্ষেত্রে শ্রেণীতে চিত্রটি সম্পূর্ণ করতে সময় লাগবে কম।

॥ ৪ ॥ ব্ল্যাক বোর্ডে কাজ করবার জন্য যাবতীয় উপকরণ যেমন—চক, রুলার, ডাস্টার আগে থেকে গুঁছিয়ে রাখতে হবে।

॥ ৫ ॥ ব্ল্যাক বোর্ডে আলো বেশী অথবা কম পড়েছে কি না দেখে নিতে হবে। এই দু'জাতীয় অসুবিধা যথাসম্ভব দূর করতে হবে।

॥ ৬ ॥ কোন ছবিকে বৈচিত্র্যময় ক'রে তুলতে, তুলনামূলক আলোচনা বোর্ডে লেখবার সময় বা গুরুত্বপূর্ণ শব্দ ও বাক্যাংশের নীচে দাগ দেবার সময় সাদা চকের সঙ্গে রঙীন চকও ব্যবহার করা যেতে পারে।

॥ ৭ ॥ লেখা হোক বা ছবি আঁকা হোক বড় ক'রে লিখতে ও আঁকতে হবে।

॥ ৮ ॥ বোর্ড পরিষ্কার থাকা উচিত। বোর্ড থেকে অপ্রয়োজনীয় বিষয়বস্তু মৃদু ফেলতে হবে কারণ সেগুলি শিক্ষার্থীর মনোযোগ ব্যাহত করতে পারে। বোর্ডে মৃদু হবার সময় অবশ্যই ঝাড়ুন অথবা ডাস্টার ব্যবহার করতে হবে।

॥ ৯ ॥ শিক্ষকের বস্তুতা বোর্ডের কাজ পাশাপাশি চলতে পারে, তবে বোর্ডে লিখতে লিখতে এবং আঁকতে আঁকতে কোন বস্তু পেশ করা সমীচীন নয়। বোর্ডে লেখা হয়ে গেলে শিক্ষক কখনও বোর্ড আড়াল করে দাঁড়াবেন না।

ফ্ল্যানেল বোর্ড (Flannel Board)

চৌম্বক বন্ধনী (Magnetic Mounting)

ও

পারক বোর্ড (Peg Board)

॥ ফ্ল্যানেল বোর্ড বা ফ্ল্যানেল গ্রাফ ॥ এক টুকরো ধূসর কালো অথবা গাঢ় নীল ফ্ল্যানেলের কাপড় কোন শক্ত বোর্ড বা দেওয়ালে টান টান করে আটকে ফ্ল্যানেল বোর্ড তৈরি করা যায়। কোন ছোট কাগজে ছবি এঁকে ফ্ল্যানেল বোর্ডের উপর চেপে দিলে আটকে থাকবে। যখন ছোট ছোট বা চার্ট সংখ্যায় অনেক ব্যবহার করতে হয়, যখন

টুকরো টুকরো অংশ সাজিয়ে কোন বস্তুর গঠন বা কার্য প্রণালী বোঝাতে হয়, তখন ফ্ল্যানেল বোর্ড ব্যবহার করা যায়। যেমন—নাইট্রোজেন চক্রের বিভিন্ন অংশ টুকরো টুকরো কাগজে এঁকে, আলোচনাপ্রসঙ্গে সেগদুলি পর পর ফ্ল্যানেল বোর্ডের উপর সাজিয়ে বসালে শেষ পর্যন্ত নাইট্রোজেন চক্রের একটি পূর্ণ রূপ পাওয়া যেতে পারে। এইভাবে পর পর ছবিগদুলি বসানোতে প্রতিটি অংশের প্রতি শিক্ষার্থীর দৃষ্টি বিশেষভাবে আকর্ষণ করা যায়। ফ্ল্যানেলের অভাবে শিরীষ কাগজ দিয়েও বোর্ড তৈরি করা যায়।

॥ চৌম্বক বন্ধনী ॥ ব্র্যাক বোর্ডের কাছাকাছি জায়গায় দেওয়ালে একটি আয়তাকার লোহার পাত রাখা হবে। ছোট ছোট চিত্র, মডেল বা যন্ত্রাংশ সেগদুলি শিক্ষার কাজে ব্যবহার করা হবে, সেগদুলির পশ্চাতে চুম্বক লাগিয়ে নিতে হবে। যখন যেটিকে প্রদর্শন করতে হবে, সেটিকে লোহার পাতের গায়ে লাগালেই আটকে থাকবে।

॥ পেরেক বোর্ড ॥ এই বোর্ডের উপর কতকগুলি ছিদ্র নিয়মিত উপায়ে সাজানো থাকে। যে নমুনা, চিত্র, মডেল বা যন্ত্রাংশ শিক্ষার্থীদের দেখাতে হবে, সেটিকে পেরেকে সুতো দিয়ে ঝুলিয়ে পেরেকটিকে যে-কোন একটি ছিদ্রে ঢুকিয়ে দিতে হবে।

### যন্ত্রপাতি (Apparatus)

ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষায় বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতির প্রয়োজন যেমন—পদার্থ বিভাগ ধার্মোমিটার, ব্যারোমিটার, স্কেল, ঘড়ি, অ্যামেটার, ভোল্টমিটার ইত্যাদি; রসায়নে স্পিরিট ল্যাম্প, টেস্ট টিউব, বিকার, আয়তন মাপক চোড্, বুয়েট, পিপেট ইত্যাদি। এই সব যন্ত্রপাতির তালিকা, ব্যবহার ও সংরক্ষণ পদ্ধতি পঞ্চম অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে। তবে যন্ত্রপাতিতে অনেকে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ বলতে রাজী নন এই কারণে যে, শিক্ষা পদ্ধতির আবশ্যিক অঙ্গ হিসাবে এগুলি ব্যবহার করা হয় এবং প্রকৃত শিক্ষণীয় বিষয়ের বিকল্প হিসাবে নয়। অবশ্য উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতিতে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ বলতে বাধা নেই।

### পাঠ্যপুস্তক (Text Books)

কোন উদ্দেশ্যভিত্তিক শিক্ষা-ব্যবস্থায় পাঠ্য পুস্তকের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। পাঠ্যপুস্তক শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজের সীমানা সাধারণভাবে নির্ধারণ করে থাকে। বিজ্ঞান শিক্ষায় শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ হিসাবে বিবেচনা করলে বলা যেতে পারে যে, চিত্র, গ্রাফ, নকশা ইত্যাদির ব্যবহার করা হলেও পাঠ্যপুস্তক মূলতঃ লিখিত প্রতীক দ্বারা। শিক্ষায় প্রথম দিকে বাস্তব বা মূর্ত উপকরণ ব্যবহার করে শিক্ষা দেওয়া উচিত। কিন্তু পরবর্তী স্তরে লিখিত বা মৌখিক প্রতীক ব্যবহার করে শিক্ষার গতিকে স্বরাশ্রিত করার দরকার; আর সেখানেই পাঠ্যপুস্তকের প্রয়োজনীয়তা সবচেয়ে বেশী।

পাঠ্যপুস্তকের প্রয়োজনীয়তা—বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক জ্ঞানের একমাত্র উৎস নয়, অথবা কোন বিষয় সম্পর্কে পাঠ্যপুস্তকের বক্তব্য শেষ কথাও নয়। তাহলে পাঠ্যপুস্তকের প্রয়োজন কোথায়?

(১) শিক্ষার উদ্দেশ্য এবং পাঠ্যসূচী অনুযায়ী শিক্ষার কাজ সম্পন্ন করতে পাঠ্য-পুস্তক সাহায্য করে।

(২) পাঠ্যপুস্তক সীমিত সময়ে দ্রুত শিক্ষা গ্রহণে সাহায্য করে।

(৩) বহিঃপরীক্ষার জন্য প্রস্তুতি নিতে পাঠ্যপুস্তক শিক্ষার্থীকে সাহায্য করে।

(৪) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজের সীমা নির্ধারণ করে।

(৫) যুগে যুগে বিভিন্ন প্রচেষ্টার মাধ্যমে মানুষ বিজ্ঞানে যে জ্ঞান অর্জন করেছে-মানুষের চিন্তাধারায় যে বৈপ্লবিক পরিবর্তন এসেছে, সেগুলিরই এক সংক্ষিপ্ত সমষ্টি-গতরূপ বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তকে পাওয়া যায়।

(৬) শ্রেণীতে শিক্ষালাভে যে অসম্পূর্ণতা থাকে পাঠ্যপুস্তক সেই অসম্পূর্ণতা দূর করার চেষ্টা করে।

(৭) শিক্ষার্থীকে প্রাথমিকভাবে জ্ঞান ও ধারণা লাভে সহায়তা করে।

(৮) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীকে নতুন জ্ঞান আহরণে এবং নতুন পদ্ধতি অনুসরণে উৎসাহিত করে।

**পাঠ্যপুস্তক কি শিক্ষকের বিকল্প ?**—পাঠ্যপুস্তক কোন নির্দিষ্ট শিক্ষার্থীর উপযোগী ক'রে লেখা হয় না। পাঠ্যপুস্তক সাধারণতঃ কোন দল বা শ্রেণীর সাধারণ চাহিদা অনুযায়ী লেখা হয়। দলগত চাহিদা অনুযায়ী পুস্তকের ভাষা, বক্তব্যের দৈর্ঘ্য ও বক্তব্যের বিস্তার নির্ধারণ করা হয়। সুতরাং কোন শিক্ষার্থী পাঠ্যপুস্তক অনুসরণ করলেই বিজ্ঞান শিখতে পারবে, একথা ভাবা ঠিক নয়। পাঠ্যপুস্তকের বৈজ্ঞানিক শব্দ, ভাষা, প্রতীক ও উদাহরণগুলি পদে পদে শিক্ষার্থীর অনুবিধার সৃষ্টি করবে। বিজ্ঞান-শিক্ষক এ ব্যাপারে তাকে সাহায্য করবেন; বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও তথ্য শিক্ষার্থীর সামনে ব্যাখ্যা করার জন্য বিভিন্ন শিক্ষা-উপকরণের সাহায্য নেবেন। পাঠ্যপুস্তক তাই শিক্ষকের বিকল্প হ'তে পারে না বরং বলা যেতে পারে পাঠ্যপুস্তক শিক্ষকের পরিপূরক।

### । বিজ্ঞানের উত্তম পাঠ্যপুস্তকের বৈশিষ্ট্য ॥

অনভিজ্ঞ ব্যক্তি পাঠ্যসূচীর রেললাইন ধ'রে যে পাঠ্যপুস্তক রচনা করেন, তা শুধু কিছু বৈজ্ঞানিক তথ্য ও তত্ত্বের ব্যস্তিক সমাবেশমাত্র। সেই পাঠ্যপুস্তক অনুসরণ করলে আগ্রহ ও দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করা দূরে থাক, পরীক্ষায় পাস করাও অনেক সময় অনুবিধাজনক হ'য়ে দাঁড়ায়। সেরস্ত বিজ্ঞানের উন্নত পাঠ্যপুস্তকের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি থাকা প্রয়োজন।

(১) **লেখকের যোগ্যতা**—বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক এমন ব্যক্তির দ্বারা লেখানো উচিত যার মধ্যে শিক্ষাগত যোগ্যতা এবং অভিজ্ঞতা আছে এবং লেখক হিসাবে সুনাম আছে। বিদ্যালয়পাঠ্য বিজ্ঞান-পুস্তক বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষার সঙ্গে জড়িত ব্যক্তি লিখলেই ভাল হয়। সবচেয়ে ভাল হয় যদি কোন খ্যাতনামা বৈজ্ঞানিক বা উচ্চতম বিজ্ঞান-শিক্ষকের নেতৃত্বে বিদ্যালয়-বিজ্ঞান-শিক্ষার সঙ্গে জড়িত ব্যক্তিগণ বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক রচনায় অংশগ্রহণ করেন।

## (২) বিজ্ঞান-পাঠ্যপুস্তকের বাহ্যিক বৈশিষ্ট্য—

● বইয়ের অক্ষর স্পষ্ট হবে।

● নীচের শ্রেণীর বিজ্ঞান-পুস্তকের অক্ষরগুলি বড় হরফের হবে এবং বইয়ের লাইনগুলি ফাঁক ফাঁক হবে।

● বইয়ের কাগজ, বাঁধাই ভাল হবে।

● বইয়ের ছবিগুলি উপযুক্ত স্থানে থাকবে এবং ছবিগুলি স্পষ্ট এবং বড় হবে এক ছবিটি আনুপাতিক স্কেলে অঙ্কিত হবে ও উহার বিভিন্ন অংশগুলি চিহ্নিত থাকবে।

● শিরোনাম এবং গুরুত্বপূর্ণ অংশসমূহ বড় বড় হরফে লেখা হবে।

● বিভিন্ন অধ্যায়ে বিষয়বস্তু সজ্জিত থাকবে এবং প্রতিটি অধ্যায়কে কয়েকটি সুবিধাজনক অঙ্কচ্ছেদে ভাগ করতে হবে। অধ্যায়ের প্রথমে একটি ভূমিকা থাকবে এবং শেষে সারসংক্ষেপ থাকবে।

● পুস্তকের প্রথমে বিষয়সূচী এবং শেষে শব্দসূচী থাকবে।

## (৩) পুস্তকের বিষয়গত বৈশিষ্ট্য—

● লেখার মান—লেখার ধরনটা আকর্ষণীয় ও সহজ হবে এবং শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতার সঙ্গে সরাসরি যুক্ত হবে।

**ভাষা**—শব্দ, বাক্য ইত্যাদি এমনভাবে ব্যবহার করতে হবে যাতে শিক্ষার্থী সহজেই বক্তব্য অহুসাধন করতে পারে। শিক্ষার্থীর বয়স, বুদ্ধি এবং পরিণয়নের (maturation) মাত্রার উপর ভিত্তি করেই ভাষা নির্ধারিত হবে। বিজ্ঞানের বই শিক্ষার্থীর মাতৃভাষায় রচিত হবে। এমন অনেক শব্দ আছে যেগুলি বিদেশী হ'লেও অধিক প্রচলিত এবং সেগুলির অহুসাধন করতে গেলে অনেক সময় দুর্বোধ্য হয়ে পড়ে। সে ক্ষেত্রে বিদেশী শব্দকে মাতৃভাষার অক্ষরে উল্লেখ করতে হবে।

● **অনুশীলনের সুযোগ**—পাঠ্যপুস্তকে বিষয়বস্তুর বর্ণনা বা ব্যাখ্যা এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করা দরকার যাতে শিক্ষার্থীর চিন্তাভাবনা বা অনুশীলনের মাধ্যমেও কিছু শিক্ষাগ্রহণ করবার সুযোগ থাকে। শিক্ষার্থীদের অনুশীলনের জন্য প্রতি অধ্যায়ের শেষে কিছু প্রশ্ন দিতে হবে। প্রশ্নগুলি উত্তম প্রশ্নের বৈশিষ্ট্য অহুসাধী হবে এবং প্রশ্নগুলির মধ্যে রচনাধর্মী, সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক এবং নৈর্বা্যতিক প্রশ্নও থাকবে।

● **আলোচনা**—পাঠ্যপুস্তকে সব আলোচনাই থাকবে, কিন্তু গুরুত্ব অহুসাধে কোন বিষয়ে বেশী এবং কোন বিষয়ে কম আলোচনা করতে হবে। এখানেই লেখকের অভিজ্ঞতা খুব বেশী প্রয়োজন।

● **দৃষ্টান্ত বা উদাহরণ**—পুস্তকের বিভিন্ন উদাহরণ শিক্ষার্থীর পরিবেশ ও অভিজ্ঞতার সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত হবে এবং উদাহরণগুলি বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব, নীতি বা সূত্রগুলিকে সহজবোধ্য ক'রে তুলবে। উপযুক্ত চার্ট, নকশা, চিত্র, ছবি সহযোগে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু ও পরীক্ষা পদ্ধতি স্পষ্ট করে তুলতে হবে। প্রতিটি অধ্যায়ের শেষে সংশ্লিষ্ট বৈজ্ঞানিক বা বৈজ্ঞানিকবৃন্দের ছবিসহ সংক্ষিপ্ত জীবনী ও বিজ্ঞানে উল্লেখযোগ্য অবদানগুলি উল্লেখ করতে হবে।



● উন্নত শিক্ষণের প্রস্তাব—পুস্তকে এমন আলোচনা এবং প্রস্তাব থাকবে যা অল্পসরণ করে শিক্ষক উন্নত মানের শিক্ষা দিতে পারেন, অল্পসন্ধানমূলক কাজে শিক্ষার্থীদের উৎসাহ ও নির্দেশনা দিতে পারেন এবং সহ-পাঠ্যক্রমিক কাজে শিক্ষার্থীদের উপযুক্ত নেতৃত্ব দিতে পারেন।

● বিষয়বস্তুর বিদ্যাস—নীচের শ্রেণীর পাঠ্যপুস্তকে বিষয়বস্তুগুলি মনস্তাত্ত্বিক ধারাবাহিকতায় সাজানো হবে। উপরের শ্রেণীর পাঠ্যপুস্তকে মনস্তাত্ত্বিক ধারাবাহিকতাকে যথাসম্ভব গুরুত্ব দিয়ে বিষয়বস্তুগুলি যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতায় সাজাতে হবে।

● আলোচনা—পশ্চিম বাংলার বিজ্ঞান স্তরে উপযুক্ত বিজ্ঞান-পাঠ্যপুস্তকের অভাব। পাঠ্যপুস্তকগুলিতে ছাপার ভুল ছাড়াও রয়েছে ধারণাগত ভুল। সহজ পরীক্ষার মাধ্যমে কিভাবে বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া যায়, তারও উল্লেখ বিশেষ দেখা যায় না। বেনামে বই লেখার দৃষ্টান্ত চোখে পড়তে পারে। সরকারী উদ্যোগে খ্যাতনামা শিক্ষকবৃন্দ বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক রচনার ভার নিলে সমস্কার-সমাধান অনেকখানি হতে পারত। U. G. C. কলেজ-স্তরের এবং N. C. E. R. T. বিজ্ঞান-স্তরের বিজ্ঞান-পাঠ্যপুস্তক রচনায় অনেকখানি অগ্রগতি হয়েছে। N. C. E. R. T. স্থাপিত হবার কিছুদিনের মধ্যে আমেরিকার PSSC এবং CHEM প্রভৃতি সংস্থার পাঠ্যপুস্তকের সুলভ ভারতীয় সংস্করণ প্রকাশ করেছিলেন; তারপর দেশের খ্যাতনামা বৈজ্ঞানিক, স্কুল, কলেজ এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে অভিজ্ঞ বিজ্ঞান-শিক্ষকদের সহযোগিতায় মাধ্যমিক স্তরের বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক রচনা করেছেন। বিভিন্ন ভারতীয় ভাষায় সেগুলি অনূদিত না হওয়ায়, সেই পুস্তকগুলিকে বিজ্ঞান-শিক্ষায় রীতিমত ব্যবহার করা সম্ভব হচ্ছে না। অনুবাদ করবার পরও একটা অসুবিধা হয়ত থাকবে—এই বইগুলি বিজ্ঞানের একটি আদর্শ পাঠ্যক্রম অনুসারে রচিত কিন্তু বিভিন্ন রাজ্যের বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম সেই আদর্শ পাঠ্যক্রম থেকে ভিন্নতর।

প্রজেক্টর (Projector) / স্থির নিক্ষেপন (still Projection)

অচ্ছ নিক্ষেপন (Transperent Projection)

ফিল্ম স্ট্রিপ, স্লাইড, ফিল্ম স্ট্রিপ প্রজেক্টর ও স্লাইড প্রজেক্টর

ফিল্ম স্ট্রিপ (Film Strip): ফিল্ম স্ট্রিপে একখণ্ড ফিল্মের উপর পরস্পর পৃথক একাধিক ছবি ধারাবাহিকভাবে সজ্জিত থাকে। প্রত্যেকটি ছবিকে বলা হয় এক-একটি ফ্রেম (Frame)। ফিল্ম স্ট্রিপের প্রস্থ সাধারণত: 35 m. m., 16 m. m. এবং 8 m. m. হয়ে থাকে। অনেক সময় ফিল্ম স্ট্রিপে প্রত্যেক ফ্রেমের নীচে সংক্ষেপে কিছু বিবরণ লেখা থাকে। সেগুলির সাহায্যে ফ্রেমের ছবির বিষয়বস্তু সহজে অনুধাবন করা যায়।

ফিল্ম স্ট্রিপ ছ'ধরনের হয়ে থাকে—(1) নির্বাক ফিল্ম স্ট্রিপ (2) সর্বাক ফিল্ম স্ট্রিপ (Sound Film Strip) বা টেপ স্লাইড (Tape Slide)। টেপ স্লাইডে প্রত্যেকটি ফ্রেমের আনুষঙ্গিক বর্ণনা বা ব্যাখ্যা কথার আকারে একটি ক্যাসেটে

(cassette) রেকর্ড করা থাকে। স্বতন্ত্র রেকর্ডটি চলতে থাকে ততক্ষণ ছবিটি পর্দায় নিক্ষেপ করা হয়। রেকর্ডটি শেষ হ'লে একটি বিশেষ মুহূর্ত হয়। তখন পর্দার ছবিটির পরিবর্তন করতে হয়।

**স্লাইড (Slide)**—স্বচ্ছ বস্তু (Transparent Material) উপর কোন কিছুর ছবিকে বলা হয় স্লাইড। যদি কাঁচের সাহায্যে স্লাইড তৈরি করা হয় তাহলে কাঁচের উপর ছবিটি এঁকে নিতে হয়। ফিল্মের সাহায্যে স্লাইড তৈরি করতে হলে ধীরগতি ফিল্মের (Low Speed Film) উপর ক্যামেরার সাহায্যে কোন ফটো নেগেটিভের প্রিন্ট তুলতে হয়। প্রত্যেক স্লাইডকে এক-একটি ফ্রেমে আঁটা থাকে। নিক্ষেপনের সুবিধার জন্য একটি ফ্রেমে দু'টি ছবিও আঁটা থাকে। কোন শিক্ষণীয় বিষয়ের উপর একাধিক স্লাইড সংগ্রহ করে স্লাইড সিট তৈরি করা যেতে পারে। এই সেটে স্লাইডগুলি ধারাবাহিকভাবে সজ্জিত থাকে। সুবিধার জন্য ছবিগুলির গায়ে ক্রমিক নম্বর দেওয়া থাকে।

**ফিল্ম স্ট্রিপ প্রজেক্টর**—এই যন্ত্রের সাহায্যে ফিল্ম স্ট্রিপের ছবি বৃহৎ আকারে পর্দায় নিক্ষেপ করা হয়। দুটি রোলারের (Roller) সাহায্যে ফিল্ম স্ট্রিপকে খোলা বা গোটান যায়।

স্লাইড প্রজেক্টর—স্লাইড প্রজেক্টরের জন্য পূর্বে ম্যাজিক লন্ঠন ব্যবহার করা হ'ত। তখন স্লাইডগুলির সাইজ ছিল  $3\frac{1}{2}'' \times 4''$ । বর্তমানে স্লাইড প্রজেক্টরের সাহায্যে পর্দায় ছবি নিক্ষেপ করা হয়। এই স্লাইডগুলির সাইজ সাধারণতঃ  $2'' \times 2''$ । অবশ্য বিশেষ ব্যবস্থা করে একই প্রজেক্টর যন্ত্রের সাহায্যে ফিল্মস্ট্রিপ এবং স্লাইডের ছবি পর্দায় নিক্ষেপ করা যেতে পারে। এরজন্য প্রজেক্টরে ফিল্ম ও স্লাইড প্রজেক্টরের জন্য পৃথক পৃথক বাহক (Carrier) ব্যবহার করতে হয়।

## ৥ শ্রেণী-শিক্ষায় ফিল্ম স্ট্রিপ ও স্লাইড ॥

(১) ফিল্মস্ট্রিপ ও স্লাইডের সাহায্যে শিক্ষণীয় বস্তুর প্রতিচ্ছবি সুবিধাজনক আকারে (বিবর্ধিত বা সংকুচিত আকার) পর্দায় দেখান যায়।

(২) নিখুঁত চিত্র বা নকশা আঁকবার জন্য যে দক্ষতার প্রয়োজন হয়, স্ট্রিপ বা স্লাইড তৈরিতে সে তুলনায় প্রয়োজন অপেক্ষাকৃত কম।

(৩) স্ট্রিপ বা স্লাইডের সাহায্যে শিক্ষণীয় বস্তুকে আরও নিখুঁত ও জীবন্ত উপায়ে শ্রেণীতে প্রদর্শন করা যায়।

(৪) ফিল্মস্ট্রিপ ও স্লাইডকে ব্ল্যাক বোর্ডের উন্নত সংস্করণ বলা যায়।

(৫) টেপ স্লাইডের সাহায্যে শিক্ষার্থীর দু'টি ইন্ড্রিয়কে কাজে লাগিয়ে শিক্ষকে আরও আকর্ষণীয় করে তোলা যায়।

প্রস্তুতি নিক্ষেপন ও ব্যবহারের দিক থেকে স্লাইড অপেক্ষা ফিল্ম স্ট্রিপ অনেক বেশী সুবিধাজনক। ফিল্ম স্ট্রিপ ব্যবহার করে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের নিকট বিভিন্ন বিষয় আলোচনা করতে বলতে পারেন; শিক্ষার্থীদের আঁকবার ও প্রদ্রষ্টব্যের কাজ দিতে পারেন।

কোন একটি শিক্ষামূলক বিষয়ে ফিল্ম বা স্লাইডের সেট ব্যবহার করা যেতে পারে। একটি সেটে 10 থেকে 100টি ফিল্ম স্ট্রিপ এবং 40টি স্লাইড ব্যবহার করা যায়। পাশ্চাত্য দেশে শিক্ষার্থীদের বাড়ীতে ব্যবহারের জন্য লাইব্রেরী থেকে ফিল্ম স্ট্রিপ ও স্লাইডের সেট দেওয়া হয়।

## (b) স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ প্রক্ষেপণ

( Transparent & Opaque Projection ) :

(i) এপিডায়াস্কোপ (Epidiascope)

(ii) মন্তকোর্ধ প্রজেক্টর (Overhead Projector)

**এপিডায়াস্কোপ (Epidiascope)**—এই যন্ত্রে সাময়িক অস্বচ্ছ বস্তু যেমন বই বা ম্যাগাজিনের লেখা, কাগজে আঁকা ছবি, সংমিত নমুনা (Pressed Specimen) ইত্যাদির বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পর্দায় নিক্ষেপ করা যায়। আবার, এই যন্ত্রের একটি ছাতল বা লিভার (Liver) ঘুরিয়ে কোন স্লাইড বা ফিল্মের ছবি পর্দায় নিক্ষেপ করবার ব্যবস্থা করা যায়। অস্বচ্ছ বস্তুর প্রতিবিম্ব নিক্ষেপণের ক্ষেত্রে যন্ত্রটি এপিস্কোপ (Episcope) হিসেবে এবং স্বচ্ছ বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের ক্ষেত্রে ডায়াস্কোপ (Diascope) হিসেবে কাজ করে। ডায়াস্কোপের ব্যবস্থা ফিল্ম স্ট্রিপ ও স্লাইড প্রজেক্টরের মতই। এর সাহায্যে  $2'' \times 2''$  এবং  $1\frac{1}{2}'' \times 4''$  স্লাইড এবং 35 m.m. ফিল্ম স্ট্রিপের ছবি পর্দায় নিক্ষেপ করা যায়।

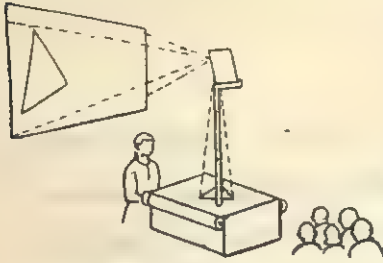
এপিস্কোপের ব্যবস্থায় এক তীব্র আলো অস্বচ্ছ বস্তুর উপর কেন্দ্রীভূত করা হয়। লেন্স এবং সমতল দর্পণের উপযুক্ত ব্যবস্থার সাহায্যে বস্তু থেকে প্রতিকলিত আলোক-রশ্মি পর্দায় নিক্ষেপ করা হয়। এর ফলে অস্বচ্ছ বস্তুর এক বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পর্দায় উপর সৃষ্ট হয়।

**মন্তকোর্ধ প্রজেক্টর (Overhead Projector)**—এই প্রজেক্টর স্বচ্ছ প্রজেকশনের জন্যই সাধারণতঃ ব্যবহার করা হয়। কখনও কখনও এই যন্ত্রের সাহায্যে পর্দায় অস্বচ্ছ বস্তুর ছায়া সৃষ্টি করা হয়ে থাকে। এই যন্ত্রের সাহায্যে প্রধানতঃ স্থির চিত্র দেখানো যায়, কখনও কখনও চলমান বস্তু সম্পর্কিত ধারণা সৃষ্টি করার জন্য একে ব্যবহার করা হয়। ফিল্ম স্ট্রিপ ও স্লাইড প্রজেক্টর শ্রেণীর মাঝখানে বসাতে হয় এবং পর্দা থেকে প্রজেক্টর থেকে অনেক দূরে। সেজন্য শিক্ষকে টার টেবিল ছেড়ে শ্রেণীর মাঝখানে আসতে হয়, ছবি দেখিয়ে কোন আলোচনা করবার সময় তাঁকে শ্রেণীর দিকে পেছন ফিরতে হয়। এছাড়া ফিল্ম বা স্লাইড তৈরি করা এবং ব্যবহার করা সময়সাপেক্ষ কাজ। এই ধরনের সবকিছু অস্ববিধা দূর করা হয়েছে ওভারহেড প্রজেক্টরে।

ভৌ: বি: শি:—১৩ (Jo)

## ॥ ওভারহেড প্রজেক্টরের বিবরণ ॥

ওভারহেড প্রজেক্টরের অল্পভূমিক পাটাতনের দু'পাশে হাতলযুক্ত দুটি রোলার (Roller) থাকে (যেমন, টাইপ মেশিনে ফিতা জড়াবার জন্য দু'পাশে দু'টি আবৃত



### Overhead Projection

[মন্তকোণ প্রজেকশন]

মাথার উপর দিকে অল্পভূমিক তলের সঙ্গে  $45^\circ$  কোণে আনত এবং টি দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে পর্দায় পড়ে। ট্রাই-অ্যাসিটেট ফিতার উপর ইচ্ছামত ফেণ্টের পেন দিয়ে লেখা অথবা ছবি আঁকা যায়। এই ছবির বিবর্তিত উজ্জ্বল প্রতিবিম্ব সোজাভাবে পর্দার উপর পড়ে। শিক্ষক তাঁর টেবিলের উপরেই যন্ত্রটি রাখতে পারেন। শ্রেণীর দিকে সর্বঙ্গ মুখ রেখে সব কাজ করতে পারেন। পর্দার উপর কোন ছবি ছড়ির (Pointer) সাহায্যে নির্দেশ না করে, তিনি পেন দিয়ে পাটাতনের উপর ছবি বা লেখা নির্দেশ করলেই শিক্ষার্থীরা সেটা পর্দা থেকেই বুঝে নিতে পারবে।

## ॥ ওভারহেড প্রজেক্টরের সুবিধা ॥

আমাদের দেশের শিক্ষা-ব্যবস্থায় ওভারহেড প্রজেক্টর একটি নতুন নাম, কিন্তু এর উপযোগিতা অসীম।

॥ ১ ॥ ট্রাই-অ্যাসিটেট কাগজের উপর লেখাগুলি পরিষ্কার কাপড়ের সাহায্যে অন্যরূপে মুছে ফেলা যায়।

॥ ২ ॥ শিক্ষক ট্রাই-অ্যাসিটেট কাগজে গ্রাফ, ছবি, ম্যাপ ও চিত্র এঁকে ছাত্রদের দেখাতে পারেন। মোটা সেলোফেন কাগজে নরম পেনসিলে বা কালিতে ছবি এঁকে এই প্রজেক্টরের সাহায্যে দেখানো যেতে পারে।

॥ ৩ ॥ শিক্ষক ট্রাই-অ্যাসিটেট কাগজে ধারাবাহিকভাবে কোন ছবি এঁকে বা বর্ণনা লিখে হাতল ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে সে গুলিকে ক্রমাগত দেখাতে পারেন।

॥ ৪ ॥ শিক্ষককে শ্রেণীর দিকে পেছন ফিরতে হয় না বা টেবিল থেকে সরে যেতে হয় না। এজন্য শ্রেণীতে বিশৃঙ্খলা কম হয় এবং শিক্ষকের সময় বাঁচে।

॥ ৫ ॥ স্লাইড প্রজেক্টরের মত এই প্রজেক্টরে প্রজেকশনের ক্ষেত্র সীমিত নয়।

॥ ৬ ॥  $7'' \times 7''$  বা  $10'' \times 10''$  ছবিও পর্দায় নিক্ষেপ করা যায়।



## ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষায় ওভারহেড প্রজেক্টরের প্রয়োগ ॥

॥ ১ ॥ স্বচ্ছ প্রজেকশন—শিক্ষক অ্যাসিটেট কাগজে ছবি, প্রতীক, বর্ণনা, সূত্র ইত্যাদি লিখে শিক্ষার্থীদের দেখাতে পারেন।

॥ ২ ॥ অস্বচ্ছ প্রজেকশন—(i) গ্যাসের গতিতত্ত্ব বোঝাবার জন্য একটা কাঁচের ছোট ডিশে কতকগুলি স্টিলের বল নিয়ে পাটাতনের উপর নাড়াচাড়া করলে শিক্ষার্থীরা পর্দায় দেখবে—কতকগুলি গোলাকৃতি কালো বস্তু অবিরামভাবে এদিক-ওদিক ছোট্টাছুটি করছে।

(ii) কাঁচের প্লেটে দণ্ডচুম্বক ও লোহার গুঁড়ো নিয়ে চুম্বকের চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র দেখানো যেতে পারে।

(iii) ক্রু আকৃতির কুণ্ডলীকে (Helical Coil) অক্ষের চারপাশে ঘুরিয়ে চল-তরঙ্গের (Progressive Wave) রূপ শিক্ষার্থীদের দেখানো যেতে পারে।

## 7. 3. 2. শ্রুতিনির্ভর উপকরণ

(Auditory Aids)

॥ রেডিও (Radio) ॥ বিগত পঞ্চাশ-ষাট বছর ধরে রেডিও শিক্ষাক্ষেত্রে এক অসাধারণ ভূমিকা গ্রহণ করছে। শিক্ষা-উপকরণ হিসাবে রেডিওতে শুধু শ্রবণেন্দ্রিয়ের প্রয়োজন হয়। স্বল্প-দৃষ্টদম্পন্ন শিক্ষার্থী, অন্ধ ও শিশুদের ক্ষেত্রে রেডিও এবং অন্যান্য শ্রুতিনির্ভর উপকরণ খুবই প্রয়োজনীয়। রেডিও ব্যবহারের নৈমিত্তিক খরচ (Recurring Expenditure) খুবই কম। কয়েকটি কোষ (cell) যোগাড় করলেই অনেকদিন চলে যায়।

## ॥ রেডিওর শিক্ষাগত মূল্য ॥

(i) রেডিওর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানধর্মী নাটক, বক্তৃতা ইত্যাদি শোনবার সুযোগ পায়, যে সুযোগ তাদের পক্ষে বিদ্যালয়ে পাওয়া সম্ভব নয়।

(ii) রেডিও নাটকের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ সৃষ্টি হয় এবং তাদের মধ্যে এমন ধারণার সৃষ্টি হয় যেন শ্রেণীতেই কোন বাস্তব ঘটনা ঘটেছে। বক্তা কোন কিছু বলবার সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষার্থীরা তা শুনতে পায়। সেজন্য রেডিও শিক্ষার এক আবেগময় প্রভাব আছে।

(iii) রেডিও থেকে বিজ্ঞান ও শিক্ষা-সংক্রান্ত কোন টাটকা সংবাদ তাদের পক্ষে পাওয়া সম্ভব হয়।

(iv) রেডিওতে বিভিন্ন বিশেষজ্ঞ তাঁদের অভিজ্ঞতার বিবরণ দেন। ফলে রেডিওর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যত নিখুঁতভাবে শিক্ষালাভ করতে পারে, বিদ্যালয়ে তা পারে না। কারণ বিদ্যালয়ে সব শিক্ষক সব বিষয়ে দমান পারদর্শী হতে পারেন না।

(v) রেডিওর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন উপায়ে শিক্ষালাভ করে থাকে এবং বিভিন্ন ব্যক্তিত্বের সাথে পরিচিত হ'তে পারে।

(vi) শুধু শ্রবণ করে কোন বিষয়বস্তু সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে হয় বলে রেডিও প্রোগ্রামের সাহায্যে শিক্ষার্থীর কল্পনা শক্তির বিকাশ ঘটে।

রেডিওর উপযোগিতা সম্পর্কে এডগার ডেল কয়েকটি বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ করেছেন—

(ক) মিতব্যয়িতা (Inexpensiveness), (খ) সময়-সাময়িকতা (up-to-dateness বা immediacy), (গ) সময় ও দূরত্বের বাধা লঙ্ঘন (leaping barriers of time and space), (ঘ) আবেগময় প্রভাব (emotional impact), (ঙ) বাস্তবতা (authenticity and realism) এবং (চ) শ্রবণেন্দ্রিয়ের মাধ্যমে কল্পনা (listening fosters imagination)।

বেতার ব্যবহারের বিভিন্ন সুরবিধা থাকলেও অসুবিধা একটি—এখানে শিক্ষার্থীর সাথে বক্তার যোগাযোগ একতরফা। শিক্ষার্থী প্রোগ্রাম চলাকালীন নিষ্ক্রিয় শ্রোতামাত্র।

## ॥ রেডিও প্রোগ্রামের শ্রেণীবিভাগ ॥

বিজ্ঞানে রেডিও প্রোগ্রাম তিন ধরনের হয়—

- (ক) বক্তৃতামূলক (Talk),
- (খ) আলোচনামূলক (Discussion)
- (গ) নাটকীয় (Drama)

## ॥ রেডিও প্রোগ্রাম নির্বাচন ॥

রেডিও প্রোগ্রাম নির্বাচন করতে হ'লে শিক্ষককে নিম্নের বিষয়গুলি মনে রাখতে হবে—

- (ক) প্রোগ্রামের স্তর প্রয়োজনীয় সময়
- (খ) প্রোগ্রামের বৈশিষ্ট্য
- (গ) প্রোগ্রামের উদ্দেশ্য।

## ॥ রেডিওর মাধ্যমে শিক্ষা দিতে গেলে শিক্ষকের অবশ্যকর্তব্য ॥

- (ক) একটি ভাল সেট যোগাড় করতে হবে
- (খ) রেডিও স্টেশন থেকে প্রোগ্রাম সম্পর্কিত বিবরণগুলি স্নেনে নিতে হবে
- (গ) রেডিও প্রোগ্রাম পর্যালোচনা ক'রে পাঠ-পরিকল্পনা করতে হবে এবং
- (ঘ) রেডিও প্রোগ্রাম সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের আগে থেকে জানাতে হবে।

রেডিও প্রোগ্রাম শুরু করবার আগে আয়োজন করতে হবে এবং প্রোগ্রাম শেষ হবার পর শ্রেণীতে আলোচনা করতে হবে। প্রোগ্রাম চলাকালীন শিক্ষার্থীদের নোট

নিতে বলা হবে। আলোচনার সময় অত্যন্ত শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহার করা যেতে পারে। প্রোগ্রামের ভিত্তিতে বিভিন্ন শিক্ষামূলক কর্মসূচী গ্রহণ করতে হবে এবং সর্বশেষ মূল্যায়ন করতে হবে।

**আমাদের দেশে শিক্ষাক্ষেত্রে রেডিওর ভূমিকা কতটুকু?**—আমাদের পশ্চিম বাংলায় দুপুরবেলায় ‘আকাশবাণী’ পরিচালিত বিদ্যার্থীদের আসরে বিভিন্ন শ্রেণীর উপযোগী বিজ্ঞান-বিষয়ক আলোচনা হয়ে থাকে। সময়-পত্রিকার প্রয়োজনীয় সংশোধন ক’রে আলোচনাগুলি শিক্ষার্থীদের শোনানো যেতে পারে। কিন্তু বিদ্যালয়গুলি কি সত্যিই সে-ব্যবস্থা করেন? অধিকাংশ ক্ষেত্রেই না।

**৥ আমাদের দেশে শিক্ষায় রেডিও ব্যবহারে অসুবিধা কোথায়? ৥**

পাশ্চাত্য দেশে শিক্ষায় ব্যাপকভাবে রেডিও ব্যবহার করা হলেও আমাদের দেশে বিদ্যালয়ে সে-ব্যবস্থা খুবই কম। কারণ—

- (১) রেডিও ব্যবহারে বিদ্যালয়গুলির উৎসাহ অধিকাংশ ক্ষেত্রে খুবই কম।
- (২) অনেকের ধারণা, রেডিও ব্যবহারে শ্রেণীতে বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি হবে।
- (৩) অনেক বিদ্যালয়ের বক্তব্য, রেডিও কেনবার সামান্য সামর্থ্যটুকু তাঁদের নেই।
- (৪) রেডিও প্রোগ্রামের বিবরণ সমস্ত শিক্ষকের পক্ষে আগের থেকে জেনে নেওয়া সম্ভব হয় না।

(৫) এটাও দেখা যায়, রেডিওতে যে আলোচনা জারুয়ারী মাসে হচ্ছে হয়ত বিদ্যালয়ে সেটা আগস্ট মাসে পড়ানো হবে। এই অসুবিধা দূর করবার জন্ত প্রোগ্রামগুলিকে রেকর্ড করে রেখে উপযুক্ত নময়ে বাজিয়ে শোনানো যেতে পারে।

## ৥ রেকর্ডিং এবং প্লেব্যাক ৥ (Recording & Playback)

রেকর্ডিং এবং প্লেব্যাক (পুনরায় বাজানো) ব্যবস্থায় শুধু রেডিওর মত শোনবারই ব্যবস্থা আছে। বাস্তবতা ও আবেগধর্মিতার দিক থেকে শিক্ষা-উপকরণ হিসাবে রেকর্ডিং ব্যবস্থার শিক্ষাগত মূল্য কিছুটা কম কারণ রেকর্ডে যে শব্দ বা বক্তৃতা শোনা যায়, তার ঘটনাকাল হ’ল অতীতের।

**রেকর্ডের শ্রেণীবিভাগ**—রেকর্ড তিন ধরনের হতে পারে—

(১) **ডিস্ক রেকর্ডিং (Disc Recording)**—প্লাস্টিক, জিলেটিন বা নরম ধাতুর উপর যান্ত্রিক উপায়ে শব্দ রেকর্ড করা যায়। বিজ্ঞান-বিষয়ক পূর্ব-প্রস্তুত (Ready-made) ডিস্ক রেকর্ড বাজারে কিনতে পাওয়া যায়। এই রেকর্ডগুলি স্থায়ী।

(২) **তার রেকর্ডার (Wire Recorder)**—অতি সূক্ষ্ম তারের উপর চুম্বকীয় পদ্ধতিতে শব্দ রেকর্ড করা যায়।

(৩) **ফিতা রেকর্ডার (Tape Recorder)**—পাতলা ধাতু, প্লাস্টিক অথবা বিশেষ ধরনের কাগজের উপর চুম্বকীয় পদ্ধতিতে শব্দ রেকর্ড করা যায়। Wire এবং Tape Recorder-এর রেকর্ডিং অস্থায়ী কারণ রেকর্ডিং বারংবার মুছে ফেলে নতুন নতুন রেকর্ড করা যায়।

## ॥ রেকর্ডিং এবং প্লেব্যাক ব্যবস্থার সুবিধা ॥

॥ ১ ॥ প্রত্যেক ধরনের রেকর্ড পুনঃ পুনঃ বাজানো যায়। শিক্ষার্থী একবারে না বুঝতে পারলে তাকে পুনরায় বাজিয়ে শোনানো যায়।

॥ ২ ॥ তিন ধরনের রেকর্ডিং-এর মধ্যে ব্যবহারের সুবিধার দিক থেকে টেপ রেকর্ডারের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

(i) টেপ রেকর্ডারে ইচ্ছামত রেকর্ড করা যায় এবং প্রয়োজনে সে-রেকর্ড মুছে ফেলা যায় অত্যন্ত সহজে। বিভিন্ন রেকর্ডিং-এ একই টেপ বারংবার ব্যবহার করা যায়।

(ii) রেডিওতে বিজ্ঞানধর্মী আলোচনা সর্বদা ক্লাশের সময়ে নাও হতে পারে। ক্লাশের সময়ের বাইরেও অনেক সময় বিজ্ঞানধর্মী আলোচনা হয়। আবার বাস্তব কারণে শিক্ষক রেডিওর প্রোগ্রাম আংগের থেকে অনেক সময় জানতে পারেন না। সেক্ষেত্রে রেডিওর আলোচনা বা বক্তৃতা রেকর্ড করে পরবর্তী কোন ক্লাশে শোনানো যেতে পারে।

## ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষায় রেকর্ডিং-এর ব্যবহার ॥

- (ক) যান্ত্রিক স্মরণ ও স্মরণের বৈশিষ্ট্য অন্বেষণে
- (খ) পরবশ ও অম্মনাদী কম্পনের পার্থক্য নির্ণয়ে
- (গ) টেলিফোনে কণ্ঠস্বরের পরিবর্তন বোঝাতে ও
- (ঘ) বৈজ্ঞানিকদের বক্তৃতা, আলোচনা এবং বেতার-প্রচারিত বিজ্ঞান-বিষয়ক অম্মষ্ঠানের পুনঃ-প্রচারে টেপ রেকর্ডার সহজেই ব্যবহার করা যায়।

## 7. 3. 3. দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা-উপকরণ

### (Audio-Visual Aids)

দর্শন ও শ্রবণেন্দ্রিয়কে একই সঙ্গে ব্যবহার করা হয় দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষা-উপকরণে। এই ধরনের উপকরণগুলি হল—

#### (১) চলচ্চিত্র (Moving Films)

#### (২) দূরদর্শন বা দূরদর্শন (Television)

দুটি ইন্ড্রিয়ের ব্যবহার হয় বলে এই উপকরণগুলির বাস্তব উপযোগিতা অস্বাভাবিক অথবা শ্রুতিনির্ভর উপকরণগুলির চাইতে অনেক বেশী। চোখে দেখে এবং



কানে শুনেই যেহেতু মানুষ অধিকাংশ অভিজ্ঞতা অর্জন করে, চলচ্চিত্র এবং দূরদর্শনের প্রোগ্রামগুলি সেজ্ঞ শিক্ষার্থীর কাছে জীবন্ত ও বাস্তব বলে মনে হয়।

## ॥ চলচ্চিত্র ॥ (Film)

### ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষায় চলচ্চিত্র ব্যবহারের সুবিধা ॥

॥ ১ ॥ চলচ্চিত্র কোন ঘটনা বা প্রক্রিয়াকে শ্রেণীকক্ষে পুনঃ পুনঃ উপস্থাপন করতে সাহায্য করে, দূরদর্শনে এ জাতীয় সুবিধা নেই।

॥ ২ ॥ চলচ্চিত্রের সাহায্যে গতিশীল প্রক্রিয়া অর্থবহ ক'রে তোলা যায়; যেমন—কি ক'রে উড়োজাহাজে উপরে ওঠে, আকাশে চলতে থাকে ইত্যাদি চলচ্চিত্রের সাহায্যে বোঝানো যায়।

॥ ৩ ॥ চলচ্চিত্র সীমিত সময়ে কোন দীর্ঘ প্রক্রিয়াকে বোঝাতে সাহায্য করে; যেমন—সরীচা ধরবার পদ্ধতি, বৃষ্টি-চক্র ইত্যাদি।

॥ ৪ ॥ চলচ্চিত্র অতীত ও বর্তমানকে শ্রেণীকক্ষে উপস্থিত করতে পারে—বৈজ্ঞানিকের জীবন, মহাকাশ অভিযান, আবিষ্কারের কাহিনী ইত্যাদি; অনিয়মিত প্রাকৃতিক ঘটনা যেমন—রামধনু, ধুমকেতুর আবির্ভাব ইত্যাদি।

॥ ৫ ॥ প্রকৃত বস্তুকে প্রয়োজনানুসারে বর্ধিত বা সংক্ষেপিত করতে পারে।

॥ ৬ ॥ অতিক্রম বা অতিবৃহৎ জিনিস যা অদৃশ্য বলে মনে হয়, চলচ্চিত্র সেগুলি দর্শনযোগ্য ক'রে তুলতে পারে, যেমন—পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রনের গতি, গ্যাসের মধ্যে অণুর গতি, গ্যাসীয় মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহের কৌশল, সৌরজগৎ, তারামণ্ডল ইত্যাদি।

॥ ৭ ॥ চলচ্চিত্র বাস্তব অভিজ্ঞতা বৃদ্ধিতে সাহায্য ক'রে থাকে, যেমন—চলচ্চিত্র থেকে জানা যেতে পারে ভূগর্ভে লোহা কি অবস্থায় থাকে, কিভাবে লোহার আকরিক উত্তোলন ও বিশোধন করা হয়, কিভাবে স্টিল তৈরি হয় ইত্যাদি।

॥ ৮ ॥ চলচ্চিত্রের সাহায্যে কোন জটিল প্রক্রিয়াকে সহজ ক'রে শিক্ষার্থীকে বোঝানো যায়।

॥ ৯ ॥ এ ছাড়া, চলচ্চিত্র শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণে, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গঠনে, বিমূর্ত চিন্তনে সাহায্য করে। চলচ্চিত্রের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে সৌন্দর্যবোধ সৃষ্টি করা যায়।

### ॥ শিক্ষা মূলক চলচ্চিত্রে ব্যবহৃত ফিল্মের প্রকারভেদ ॥

শিক্ষামূলক ফিল্ম অনেক ধরনের আছে, তবে তার মধ্যে যেগুলি শ্রেণীতে শিক্ষা দেবার ক্ষেত্রে প্রয়োজন হয় সেগুলিকে বলা হয় শ্রেণীর উপযোগী ফিল্ম (Class room films)। শ্রেণীর উপযোগী ফিল্ম সাধারণত: পাঁচ ধরনের হয়ে থাকে।

॥ ১ ॥ **নির্দিষ্ট ধারণা দেবার ফিল্ম (Process Film) :** এই ফিল্মগুলির সাহায্যে তত্ত্ব ও তথ্যগত ধারণা দেওয়া যায়। তত্ত্বগত, যেমন—জড়মাধ্যমে শব্দ বিস্তারের কৌশল, গ্রহণের নিয়ম, রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটাবার কৌশল ইত্যাদি। তথ্যগত, যেমন—শহরে জল সরবরাহ, কোলগ্যাস প্রস্তুতি, খনি থেকে কয়লা উত্তোলন প্রভৃতি।

॥ ২ ॥ **দক্ষতা প্রদর্শনমূলক ফিল্ম (Film for demonstrating a skill) :** কিভাবে কাজ করতে হয় তা দেখানো হয় এই ফিল্মে ; যেমন—কি ক'রে কাঁচনল বাঁকাতে হয়, কাঁলাই করতে হয়, অ্যানিড ঢালতে হয়, থার্মোমিটারের পাঠ নিতে হয় ইত্যাদি।

॥ ৩ ॥ **সাধারণ তথ্যবহুল ফিল্ম (Film for general information) :** পাঠ্যক্রমের বাইরেও কিছু কিছু তথ্য শিক্ষার্থীকে জানতে হয়, যেমন—আবহাওয়া অফিস, তাপ ও জলবিদ্যুৎ কেন্দ্র বা এম্বিন তৈরির কারখানায় কিভাবে বিজ্ঞানকে কাজে লাগানো হচ্ছে। সাধারণ তথ্যবহুল ফিল্মে এই সমস্ত দেখানো হয়।

॥ ৪ ॥ **পুনরলুপ্তীকরণমূলক ফিল্ম (Revision Film) :** বিজ্ঞানের অনেক-গুলি বিষয়বস্তুকে একত্রিত ক'রে সংক্ষিপ্ত ফিল্ম তৈরি করা যায়। ঐ বিষয়গুলি শ্রেণীতে পড়ানো শেষ হ'লে ফিল্ম দেখানো যেতে পারে। এর ফলে শিক্ষার্থীরা ঐ সব বিষয়ে পুনরলুপ্তীকরণের সুযোগ পায়।

॥ ৫ ॥ **নাট্যধর্মী চলচ্চিত্র (Films for dramatisation) :** কোন আদর্শ বিজ্ঞান ক্লাশের শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ, বিজ্ঞান-বিষয়ক বিতর্ক-সভা, বহির্ভ্রমণ, বৈজ্ঞানিকের জীবনী বা কোন বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের কাহিনী নাটকের আকারে চলচ্চিত্রে দেখানো যায়।

॥ **শ্রেণী-শিক্ষায় চলচ্চিত্র ব্যবহারের নিয়ম ॥**

॥ ১ ॥ কোন বিষয়ে উৎকৃষ্ট ফিল্ম কি আছে এবং কোথায় পাওয়া যায় শিক্ষককে জেনে নিয়ে সংগ্রহ করতে হবে।

॥ ২ ॥ চলচ্চিত্র ব্যবহারের সময় ছাত্রদের বসাবার ব্যবস্থা, আলোর ব্যবস্থা কিভাবে করতে হয় শিক্ষক জেনে নেবেন।

॥ ৩ ॥ শিক্ষক চলচ্চিত্রের প্রজেক্টর ব্যবহারের কৌশল জেনে নেবেন।

॥ ৪ ॥ শ্রেণীতে ফিল্ম দেখাবার আগে নিজে একবার দেখে নেবেন।

॥ ৫ ॥ ফিল্মের উপযোগী ক'রে পাঠ-পরিবর্তনা করবেন।

॥ ৬ ॥ চলচ্চিত্র প্রদর্শনীর পূর্বে শ্রেণীতে যথারীতি আয়োজন করবেন।

॥ ৭ ॥ চলচ্চিত্র প্রদর্শনীর সময় মাঝে মাঝে প্রজেক্টর বন্ধ করে শিক্ষক আলোচনা করতে পারেন এবং গুরুত্বপূর্ণ সংকেতগুলি (points) বোর্ডে লিখতে পারেন। তিনি ফিল্মের যৈ অংশটুকু প্রয়োজন, সেটুকুই দেখাতে পারেন এবং বাকী অংশ বাদ দিতে পারেন।

॥ ৮ ॥ প্রদর্শনীর পর তিনি দেখে নেবেন “সমস্তা” উপযুক্তভাবে উপস্থাপিত হয়েছে

কি না এবং চলচ্চিত্রের মাধ্যমে যথাযথভাবে সমস্তার সমাধান করা সম্ভব হয়েছে কি না। চলচ্চিত্রের শিক্ষাকে অধিকতর আকর্ষণীয় করবার জন্য শ্রেণীতে তিনি আলোচনার সুযোগ দেবেন এবং প্রদর্শনীর ভিত্তিতে অতিরিক্ত পাঠ এবং কর্মমূলক বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা করবেন।

॥ ৯ ॥ মূল্যায়ন—প্রদর্শনীর ভিত্তিতে শিক্ষার্থীর অর্জিত অভিজ্ঞতা মূল্যায়ন করবার জন্য তিনি প্রশ্ন রাখবেন। ফিল্ম সম্পর্কে তিনি নিজের এবং শিক্ষার্থীদের মতামত লিপিবদ্ধ করবেন।

॥ শ্রেণী-শিক্ষায় চলচ্চিত্র ব্যবহারের অন্তর্বিধা ॥

॥ ১ ॥ ব্যয় এবং উপযোগিতা (Expenditure and usefulness)—চলচ্চিত্র অত্যন্ত ব্যয়সাপেক্ষ উপকরণ। উপযুক্ত ফিল্ম নির্বাচন না করতে পারলে অথবা উপযুক্ত পাঠ-পত্রিকল্পনা না করতে পারলে শিক্ষার্থীর ধারণা অস্পষ্ট হবে।

॥ ২ ॥ সময়-সম্পর্কিত ভ্রান্ত ধারণা—চলচ্চিত্র দেখে শিক্ষার্থীর ধারণা হ'তে পারে, মরীচা ছ'-মিনিটেই ধরতে পারে ইত্যাদি।

॥ ৩ ॥ আকৃতিগত ভ্রান্ত ধারণা—শিক্ষার্থীর মনে হতে পারে ইলেক্ট্রনের বা গ্রহের ব্যাস 10 c.m.-এর মত।

॥ ৪ ॥ বিকৃত সিদ্ধান্ত—শিক্ষার্থীর মনে হতে পারে শব্দ বা আলোক-তরঙ্গ দৃষ্টাংশ বস্তু, কোন কাজই অসম্ভাব্য নয় ইত্যাদি। শিক্ষার্থীর মনে হতে পারে গাড়ী সামনে চললেও চাকা পিছনে ঘুরতে পারে ইত্যাদি। অবশ্য আলোচনার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর সব রকমের ভ্রান্তি দূর করা সম্ভব।

॥ ৫ ॥ চলচ্চিত্রে দূরদর্শনের মত তাৎক্ষণিক বস্তু বা ঘটনাকে দেখানো সম্ভব নয়। চলচ্চিত্রে যে ঘটনা বা বস্তু দেখানো হয়, সেগুলি অতীতের বিষয় মাত্র।

॥ ৬ ॥ চলচ্চিত্রে যোগাযোগ একতরফা। এখানে শিক্ষার্থী নিষ্ক্রিয় দর্শক ও শ্রোতামাত্র।

॥ দূরদর্শন ॥

(Television)

শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলির মধ্যে দূরদর্শনের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। চলচ্চিত্রের মত এই উপকরণে একই সঙ্গে দেখা ও শোনার ব্যবস্থা আছে। T. V.-কে আমোদ-প্রমোদের জন্য ব্যবহার করা হলেও শিক্ষাক্ষেত্রে ইদানীং T. V.-র ব্যবহার ধীরে ধীরে বেড়ে চলেছে। প্রতিটি দেশেই শিক্ষার্থীর সংখ্যা ও শিক্ষণীয় বিষয়ের পরিমাণ বৃদ্ধি পেয়েছে, কিন্তু সেই অল্পপাতে বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য উপযুক্ত পরীক্ষাগার এবং কুশলী

(৭) T. V. প্রোগ্রাম আগে থেকে জানা না থাকলে শ্রেণী-শিক্ষকের পক্ষে পূর্ব-পরিকল্পনা অনুযায়ী শ্রেণী পরিচালনা অস্ববিধাজনক হয়ে দাঁড়ায়।

### ৥ T. V. ব্যবহারে শ্রেণী-শিক্ষকের কর্তব্য ॥

বেতার এবং চলচ্চিত্রের মত শিক্ষককে এখানেও আগে থেকে জেনে নিতে হবে T. V. অনুষ্ঠানের বিষয়বস্তু কি। সেই অনুযায়ী পাঠ-পরিকল্পনা ক'রে শ্রেণীতে আয়োজন করতে হবে। T. V. অনুষ্ঠান চলাকালীন শিক্ষার্থীরা নোট নেবে, ছবি আঁকবে এবং অনুষ্ঠানের শেষে শ্রেণী-শিক্ষকের নেতৃত্বে আলোচনায় অংশগ্রহণ করবে এবং আগামী দিনের শিক্ষামূলক কর্মসূচী (Follow-up programme) গ্রহণ করবে। সর্বশেষে হবে অভিজ্ঞতা ও কর্মের মূল্যায়ন। এইভাবে কাজ করলে T. V. প্রোগ্রামের একমুখীতা দূরীভূত হবে।

শ্রেণী-শিক্ষক T. V.-র মাধ্যমে শিক্ষা দেবার জন্য যে পাঠ-পরিকল্পনা করবেন, তাতে থাকবে নিম্নলিখিত স্তরগুলি—

শ্রেণী— সমস্যা (আজকের পাঠ)— উদ্দেশ্য—

● আয়োজন—

● উপস্থাপন—

(১) T. V. অনুষ্ঠান প্রত্যক্ষণ—(T. V. অনুষ্ঠান দেখে ছবি অঙ্কন, নোট লিখন ইত্যাদি)

(২) শ্রেণীর আলোচনা—(অনুষ্ঠানের শেষে ছাত্রদের সহযোগিতায় শিক্ষকের আলোচনা)

● পরবর্তী কর্মসূচী—(শিক্ষক ও শিক্ষার্থী একযোগে ঠিক করতে পারেন।)

● মূল্যায়ন

### 7.3.4. দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণগুলি

সম্পর্কে সাধারণ আলোচনা

### দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণগুলির প্রধান ত্রুটি কি?

দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণগুলির ব্যবহারে শিক্ষার্থীর অংশগ্রহণের বিশেষ কোন সুযোগ নেই। শিক্ষাক্ষেত্রে যখন এই উপকরণগুলি ব্যবহার করা হয়, তখন শিক্ষার্থী শুধুমাত্র দর্শক অথবা শ্রোতা অথবা উভয়ই। “কাজের মাধ্যমে শিক্ষা” যে-কোন শিক্ষার মূল নীতি। সেই নীতি এক্ষেত্রে অনুসরণ করা হচ্ছে না। বেতার, চলচ্চিত্র, রেকর্ডিং অথবা T. V.-র মাধ্যমে যখন শিক্ষা দেওয়া হয়, তখন ব্যক্তিগতভাবে অনুযায়ী শিক্ষার ব্যবস্থা করা সম্ভব হয় না। রেকর্ডিং বা চলচ্চিত্র পুনরায় ব্যবহার করা সম্ভব হলেও বেতার এবং T. V.-তে সে সুযোগ নেই।



## কোন শিক্ষা-উপকরণের বাস্তব মূল্য সবচেয়ে বেশী ?

এডগার ডেল তাঁর “Audio-Visual Methods in Teaching” গ্রন্থে শিক্ষা-উপকরণগুলির বাস্তবতা নিয়ে দীর্ঘ আলোচনা করেছেন। তিনি উপকরণ-গুলিকে বাস্তবতার ক্রম অনুযায়ী একটি শঙ্কুর (Cone) মধ্যে সাজিয়েছেন। শঙ্কুর শীর্ষে তিনি স্থান দিয়েছেন সবচেয়ে বিমূর্ত (abstract) উপকরণটিকে, সেটি হ’ল—মৌখিক প্রতীক (Verbal Symbol) এবং শঙ্কুর ভূমিতে স্থান দিয়েছেন সবচেয়ে বাস্তব ও মূর্ত (Concrete) উপকরণটিকে। সেটি হ’ল—প্রত্যক্ষ উদ্দেশ্যমূলক অভিজ্ঞতা (Direct Purposeful Experience)।

ডেলের মত অনুযায়ী বাস্তবতার উর্ধ্বক্রমে উপকরণগুলি হ’ল—

- মৌখিক প্রতীক
- লিখিত প্রতীক
- রেকর্ডিং, রেডিও এবং স্থিরচিত্র
- চলচ্চিত্র
- দূরেক্ষণ
- প্রদর্শনীয় সামগ্রী (Exhibits)
- বহির্ভ্রমণ
- ডেমন্স্ট্রেশন
- শিক্ষামূলক নাটক (Dramatised Experience)
- পরোক্ষ মূর্ত অভিজ্ঞতা (Contrived Experience)
- প্রত্যক্ষ উদ্দেশ্যমূলক অভিজ্ঞতা।

উপকরণগুলির এই ধরনের ক্রমবিজ্ঞাস এডগার ডেল নিজেও সবসময় যুক্তিযুক্ত বলে মনে করেননি। সে যাই হোক, শিক্ষা সবচেয়ে বেশী কার্যকরী হয় যদি উদ্দেশ্যমূলকভাবে যথার্থ শিক্ষণীয় বিষয়ের সঙ্গে শিক্ষার্থীর পরিচয় ঘটানো যায়। যদি তা সম্ভব না হয়, মডেল বা অহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতির সাহায্যে বস্তু বা ঘটনা সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণা দেওয়া যেতে পারে। তাও যদি সম্ভব না হয়, T. V. এবং চলচ্চিত্রের সাহায্যে বাস্তব ঘটনা বস্তু সম্পর্কে কিছুটা ধারণা দেওয়া যেতে পারে, যদিও সে ধারণা সাক্ষ্য ও অভিজ্ঞতালব্ধ ধারণা থেকে অনেক কম। রেডিও, ফটোগ্রাফলব্ধ ধারণা, T. V. অথবা চলচ্চিত্রলব্ধ ধারণা থেকে কম। চার্ট, মানচিত্র ইত্যাদিতে ধারণা আরও অস্পষ্ট হয় এবং সব চাইতে অস্পষ্ট হয় যদি বক্তৃতা দিয়ে বা মুখের কথা দিয়ে শেখাবার চেষ্টা করা হয়।

## শ্রেণীতে ফিল্ম দেখাবার সময় কি কি বিশেষ ব্যবস্থা করতে হয় ?

- (১) ফিল্ম শ্রেণীতে দেখাবার আগে নিজে দেখে নিতে হবে।
- (২) পর্দা ও প্রজেক্টর যন্ত্র কোথায় বসাতে হবে, স্থির করতে হবে।
- (৩) দেখবার সুবিধার জন্য ছাত্রদের বসবার ব্যবস্থায় কিছু রদ-বদল করতে হবে।

- (৪) শ্রেণীর ভেতরে আলোর বন্দোবস্ত কি হবে, ঠিক করতে হবে।  
 (৫) শ্রেণীকক্ষে বায়ু-চলাচলের ব্যবস্থা ঠিক আছে কি না দেখতে হবে।  
 (৬) প্রজেক্টর ঠিকমত কাজ করছে কি না আগে থেকে দেখে নিতে হবে।

## ৥ আমাদের বিদ্যালয়গুলিতে দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণ

ব্যবহারের অঙ্গবিধা কি কি ? ॥

(১) আর্থিক—অধিকাংশ বিদ্যালয় দরিদ্র। তাদের পক্ষে চলচ্চিত্র, T. V. ইত্যাদি উপকরণ ব্যবহার করা সম্ভব নয়। তবে এই সমস্যার সমাধান কিছুটা করা সম্ভব যদি—

(i) অধিকাংশ উপকরণ শিক্ষক এবং শিক্ষার্থী যৌথ উদ্যোগে তৈরি করে নিতে পারেন। [অধ্যায়—৬, “উপস্থিতমত তৈরি যন্ত্রপাতি” দেখুন]।

(ii) একাধিক প্রতিবেশী বিদ্যালয় একত্রিত হয়ে দামী উপকরণগুলি ক্রয় করতে পারেন।

(iii) সরকারী ও স্বৈচ্ছাসেবী প্রতিষ্ঠানের নিকট থেকে বিদ্যালয়-উপকরণগুলি মাঝে মাঝে ধার করতে পারেন। এই ধরনের কতকগুলি প্রতিষ্ঠানের নাম নীচে দেওয়া হল—

- British Information Service
- United States Information Service
- বিভিন্ন রাষ্ট্রদূতের অফিস
- The Central Film Library, Government of India
- Board of Secondary Education, West Bengal
- National Education & Information Films ইত্যাদি।

(iv) সস্তা শিক্ষা-উপকরণ, যেমন—চার্ট, নকশা বা ব্ল্যাক বোর্ডের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া যায়।

(২) বিদ্যুতের যোগান—অনেক বিদ্যালয়েই বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই। অথচ বিদ্যুৎ না থাকলে প্রজেকশন উপকরণগুলি ব্যবহার করা সম্ভব নয়।

(৩) শিক্ষকের প্রশিক্ষণ—দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের উপযুক্ত প্রশিক্ষণ না থাকতে তাঁরা অনেক সময় শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহারে গু তত্ত্বাবধানে সমর্থ হন না।

(৪) ফিল্মের বৈশিষ্ট্য—অধিকাংশ ফিল্ম দেশীয় বিদ্যালয়ের ছাত্রদের প্রয়োজনীয়তা অনুসারে নির্মিত হয় না। সুতরাং এই ধরনের ফিল্ম ব্যবহারে বিশেষ উপকার পাওয়া যায় না।

(৫) শিক্ষকদের ওদাসীত্ব—অধিকাংশ বিজ্ঞান-শিক্ষক নিছক বক্তৃতা দিয়ে বিজ্ঞান শেখাবার পক্ষপাতী এবং সেজ্ঞাত আধুনিক শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহারে তাঁরা উৎসাহী নন। শেষ পর্যন্ত দেখা যায়, উপকরণগুলির ব্যবহার একমাত্র “Practice Teaching”-এ সীমাবদ্ধ থাকছে।

## ॥ শিক্ষাগত প্রযুক্তিবিদ্যা (Educational Technology) ॥

শিক্ষার্থী, শিক্ষক এবং শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুর সাহায্যেই কেবলমাত্র শিক্ষা সম্পন্ন হয় না। শিক্ষণীয় বিষয়টিকে শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থাপনের জন্য শিক্ষককে বিভিন্ন কৌশল অবলম্বন করতে হয়। শিক্ষাদানের সামগ্রিক কৌশলকে বলা হয় শিক্ষাগত প্রযুক্তিবিদ্যা। শিক্ষা প্রযুক্তিবিদ্যার একটি অংশ হ'ল শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ। শিক্ষা প্রযুক্তিবিদ্যাকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

(i) Hardware—শিক্ষায় ব্যবহৃত অপেক্ষাকৃত স্থায়ী ও মূল্যবান যন্ত্রপাতি সমূহ যেমন—Projector, T. V., Radio, Cassette Recorder ইত্যাদি।

(ii) Software—ফিল্ম, ব্লু, কাগজ, ক্যাসেট ইত্যাদি স্বল্প মূল্যের জিনিস যা উপরিউক্ত যন্ত্রপাতির ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

(iii) Useware—বক্তৃতা, প্রবন্ধ, চিত্র, গ্রাফ, বর্ণনা ইত্যাদি যেগুলিকে শিক্ষণীয় বিষয় বলা যায়।

শিক্ষা প্রক্রিয়ার কেন্দ্রীয় বিষয় হ'ল—Useware. ধরা যাক এমনই একটি useware হ'ল বক্তৃতা। কিন্তু কোন বৈজ্ঞানিকের বক্তৃতা বিভিন্ন সময়ে শিক্ষার্থীদের শোনাতে হলে ক্যাসেটে রেকর্ড করতে হবে। এখানে ক্যাসেট হ'ল software। কিন্তু ক্যাসেটকে প্রয়োজনে লাগাতে হলে চাই Cassette Recorder.

আমাদের দেশের শিক্ষা-ব্যবস্থায় Useware-এর অভাব নেই কিন্তু যথেষ্ট পরিমাণ Software নেই। Software যদিও বা আছে Hardware-এর অভাব খুব বেশী কারণ সেগুলি খুবই মূল্যবান। তাই আমাদের দেশে শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহারে অসুবিধা দেখা দেয়।





৪. ১. ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষার বিষয়বস্তু অত্যন্ত বাস্তব। কিন্তু বাস্তবের সংস্পর্শে এসে সব সময় শিক্ষালাভ করার অনেক অসুবিধা আছে। শিক্ষাকে সার্থক করে তোলবার জন্য দৃষ্টি ও শ্রুতিভিত্তিক শিক্ষা উপকরণ ব্যবহার করা হয়, ব্যবহার করা হয় প্রতীক-সর্বস্ব বস্তু বা পাঠ্য-পুস্তক। এই সব উপকরণ ব্যবহার করে যখন বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়া হয়, তখন শিক্ষার্থী কার্যতঃ নিষ্ক্রিয় থাকে। কিন্তু বিজ্ঞান-শিক্ষায়, বিশেষ করে শিশুকেন্দ্রিক শিক্ষা-ব্যবস্থায় শিক্ষার্থীর সক্রিয়তাকে সবচেয়ে বেশী গুরুত্ব দেওয়া প্রয়োজন। শিক্ষায় সক্রিয়তার সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষার্থীর স্বাধীনতা, সৃজনী-ক্ষমতা ও ব্যক্তি-স্বাভাব্য বিকাশের সুযোগ দিতে হবে এবং শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত এবং সামাজিক চাহিদার উপর গুরুত্ব দিতে হবে। শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষায় এতখানি সুযোগ শিক্ষার্থীকে নানা কারণে দেওয়া সম্ভব হয় না। তাই বিজ্ঞান তথা অন্যান্য শিক্ষায় পরিপূর্ণতা আনতে হ'লে শ্রেণীর বাইরেও শিক্ষার্থীকে শিক্ষালাভের সুযোগ দিতে হবে। বিজ্ঞান-শিক্ষায় শ্রেণীর বাইরে এই জাতীয় শিক্ষামূলক কর্মসূচীকে বলা হয় 'বিজ্ঞান-শিক্ষার সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী'।

## ॥ সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীর প্রয়োজনীয়তা ॥

(১) শিক্ষার্থীর সৃজনী ক্ষমতার বিকাশ—শ্রেণীর শিক্ষা-ব্যবস্থায় শিক্ষার্থীর নিজস্ব চিন্তাভাবনা প্রয়োগের সুযোগ খুবই কম। পরীক্ষাগারের যান্ত্রিক পুনরাবৃত্তি-মূলক কাজের মধ্যে আবিষ্কারের কোন প্রেরণা পাওয়া যায় না। কিন্তু বিজ্ঞানের সহ-পাঠক্রমিক কাজে শিক্ষার্থী নিজের ইচ্ছামত পরীক্ষা করে, যন্ত্রপাতি নির্মাণ করে, মডেল ও চার্ট তৈরি করে। সেগুলি কোন উন্নত শিক্ষক বা নিঃখুঁত বিজ্ঞানধর্মী কাজ না হলেও সেগুলির মধ্যে শিক্ষার্থীর নিজস্বতার পরিচয় মেলে। শিক্ষার্থীর অন্তর্নিহিত ক্ষমতার দৃষ্টি দিক আছে—প্রথমতঃ ক্ষমতাগুলির সনাক্তকরণ, দ্বিতীয়তঃ ক্ষমতাগুলির চর্চার সুযোগ দান। সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীর সাহায্যে এই দু'টি কাজই একসাথে করা যায়।

(২) মানসিক গুণের বিকাশ—সহ-পাঠক্রমিক কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর ব্যক্তি-স্বাভাব্যতার বিকাশ ঘটে। শিক্ষার্থী ব্যক্তিগতভাবে কাজ করবার ফলে তার রুচি, চাহিদা ও কৌতূহল চরিতার্থ হতে পারে।

(৩) সামাজিক গুণের বিকাশ—সহ-পাঠক্রমিক কাজে শিক্ষার্থীকে শ্রেণীর বাইরে দলের মধ্যে স্বাধীনভাবে কাজ করতে হয়। আবার যৌথভাবে কাজ করতে গিয়ে

শিক্ষার্থীকে বিবিধ নিয়ম মেনে চলতে হয়। এর ফলে শিক্ষার্থীর দলানুগত্য, নিয়মানুবর্তিতা, শৃংখলা, সমবেদনার মনোভাব, আত্মনির্ভরতা, আত্মবিশ্বাস প্রভৃতি সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটে। শিক্ষার্থী সংগঠনমূলক কাজে দক্ষতা অর্জন করে।

(৪) বিদ্যালয়ের সঙ্গে সমাজের বন্ধন-সৃষ্টি—বিজ্ঞান-মেলা, বিজ্ঞান-প্রদর্শনী উপলক্ষে কিংবা নমুনা ও সংবাদ সংগ্রহে বাইরের সমাজের সঙ্গে শিক্ষার্থীকে যোগাযোগ করতে হয়। এইভাবে বিদ্যালয়ের সঙ্গে সমাজের বন্ধন সৃষ্টি হয়।

(৫) শিক্ষক-শিক্ষার্থীর রিপোর্ট—সহ-পাঠক্রমিক কাজের মাধ্যমে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রীতির বন্ধন রচিত হয়। এই বন্ধন শ্রেণীর শিক্ষাতেও সঞ্চারিত হয়। যার ফলে পাঠক্রমিক শিক্ষা শিক্ষার্থীদের নিকট সহজ হয়ে ওঠে।

(৬) শিক্ষা-সহায়ক কৌশল হিসাবে সহ-পাঠক্রমিক কাজ—সহ-পাঠক্রমিক কাজের ফলে শিক্ষার্থীরা যে অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা লাভ করে শ্রেণীর শিক্ষা বা পাঠক্রমিক শিক্ষাকে সফল করে তুলতে হ'লে সেগুলি খুবই প্রয়োজনীয়। যেমন—বিজ্ঞান পরিচায়ক বিজ্ঞানধর্মী প্রবন্ধ লিখতে গিয়ে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে যে অভিজ্ঞতা লাভ করে তা শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষায় খুবই সহায়ক। সেক্ষেত্রে সহ-পাঠক্রমিক কাজকে শিক্ষা-সহায়ক কৌশল বলেও অভিহিত করা যায়।

(৭) দক্ষতা ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ—শিক্ষক যদি ঠিকমত পরিচালনা করতে পারেন, শিক্ষার্থী এই সব কাজের মধ্য দিয়ে নির্মাণমূলক দক্ষতা অর্জন করতে পারবে, বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহী হবে, নতুন নতুন কাজ বা পাঠে উৎসাহী হবে। সর্বোপরি শিক্ষার্থীর স্বজনী প্রতিভার যথাযথ বিকাশ ঘটেবে। শিক্ষকের উপদেশ মেনে চললে সে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণে কাজ করতে শিখবে ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করবে।

(৮) অনুরোধ—সহ-পাঠক্রমিক কাজ বিজ্ঞানকে কেন্দ্র করে হলেও বহিঃসংগ, প্রদর্শনী, বিতর্ক-সভা ইত্যাদির মাধ্যমে শিক্ষার্থী অর্থনীতি, ইতিহাস, জীবন-বিজ্ঞান, সমাজতত্ত্ব ইত্যাদির সঙ্গে পরিচিত হয়। এক কথায়, বিজ্ঞান শিখতে গিয়ে শিক্ষার্থী সাধারণ জ্ঞানও অর্জন করে। সহ-পাঠক্রমিক কাজে শিক্ষার্থী “কর্মশিক্ষা” গ্রহণ করে থাকে, যে “কর্মশিক্ষা” পশ্চিমবঙ্গ মাধ্যমিক শিক্ষার এক উজ্জ্বল দিগন্ত।

(৯) অবসর বিনোদন—সহ-পাঠক্রমিক কাজ করতে গিয়ে শিক্ষার্থী যে প্রশিক্ষণ পায় তা তার ছাত্রজীবন ও ভাবী কর্মজীবনে সূক্ষ্মভাবে অবসর যাপনে উদ্বুদ্ধ করে। যান্ত্রিকরূপে মানুষের অবসর ব্যর্থ পেরিয়েছে। এই অবসরকে কাজে লাগাবার শিক্ষা (Education for Leisure) আধুনিক শিক্ষার এক গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ। তাই বিদ্যালয় শিক্ষায় সহ-পাঠক্রমিক কাজ অন্তর্ভুক্ত করলে শিক্ষার্থীরা অবসর যাপনের প্রশিক্ষণ লাভ করে।

## ৪. ২. বিভিন্ন সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী ( Different Types of Co-curricular Activities )

বিভিন্ন সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীর বিবরণ নীচে দেওয়া হ'ল—

- (১) বিজ্ঞানের যাদুঘর ( Science Museum )
- (২) বুলেটিন বোর্ড ( Bulletin Board )
- (৩) শিক্ষামূলক ভ্রমণ ( Excursion )
- (৪) বিজ্ঞান-সমিতি ( Science Club )
- (৫) বিজ্ঞান-মেলা ( Science Fair )
- (৬) বিশেষ খেলা ( Hobby )
- (৭) ধাঁধা প্রতিযোগিতা ( Quiz Contest )
- (৮) বিতর্ক-সভা ( Debate )
- (৯) বিজ্ঞান-পত্রিকা ( Science Magazine )
- (১০) বিজ্ঞান-পাঠাগার ( Science Library )

### ৪.২.১. বিজ্ঞানের যাদুঘর বা সংগ্রহশালা ( Science Museum )

বাস্তবের সংস্পর্শে এসে শিক্ষালাভ করা অনেক সময় সম্ভব হয় না, এ কথা আমরা আগে বলেছি। কিন্তু চারপাশে এমন অনেক জিনিস ছড়িয়ে আছে যেগুলির শিক্ষাগত মূল্য যথেষ্ট। এগুলিকে সংগ্রহ করে বিদ্যালয়ের কোন ক্ষুদ্র কক্ষে সাজিয়ে রাখা যেতে পারে। বিদ্যালয়ের এই ঘরকে বলা হয় 'যাদুঘর'। যাদুঘরের উপযোগিতা ভূগোল এবং জীবন-বিজ্ঞানে যত বেশী, ভৌত বিজ্ঞানে ততটা নয়। আবার রসায়নে যাদুঘরের প্রয়োজনীয়তা যতটুকু, পদার্থ বিজ্ঞানে আরও কম। কারণ, পদার্থ বিজ্ঞানে নমুনার ব্যবহার হয় খুবই কম। সেজন্য ভৌত বিজ্ঞানের সংগ্রহশালায় বিভিন্ন ধরনের চার্ট, নকশা, মডেল, দর্শনীয় সামগ্রী, কারখানার যন্ত্রাংশের নমুনা সাজিয়ে রাখা যেতে পারে। রসায়ন শিক্ষার জন্য বিভিন্ন খনিজ পদার্থ, বিভিন্ন উৎসের জল, লবণ, মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ সংগ্রহ করে রাখা যায়। যাদুঘরের সংগৃহীত সামগ্রীর সঙ্গে শ্রেণীর শিক্ষণীয় বিষয়ের সরাসরি যোগাযোগে থাকা উচিত। যদি নাও থাকে, তাহলে দেখতে হবে এই সংগ্রহগুলি যেন অন্ততঃ বিজ্ঞানের প্রতি শিক্ষার্থীর আগ্রহ-সৃষ্টিতে সাহায্য করে।

যাদুঘরের উপকরণগুলির সংখ্যা ও বৈচিত্র্য নির্ভর করে অধিকাংশ ক্ষেত্রে স্থানীয় উৎস, শিক্ষার্থীর উদ্যোগ, যাদুঘরের আয়তন ইত্যাদির উপর। বিজ্ঞান-মেলার সময় যাদুঘর থেকে উল্লেখযোগ্য উপকরণগুলি নিয়ে প্রদর্শন করা যেতে পারে। প্রতিপাদক পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দেবার সময় যাদুঘরের উপকরণগুলি ব্যবহার করা যেতে

পারে। যাদুঘরের সংগ্রহগুলি বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীদের দেখতে দেবার জন্য প্রতিদিন অথবা সপ্তাহে একটি সময় নির্দিষ্ট করতে হবে।

॥ যাদুঘর পরিচালনা ॥

(১) সংগৃহীত উপকরণগুলির শিক্ষামূলক পরিচিতি—সংগৃহীত উপকরণগুলিকে শিক্ষাক্ষেত্রে উপযুক্তভাবে ব্যবহারের জন্য সাজাতে হবে এবং প্রত্যেকটির গারে শিক্ষামূলক পরিচিতি দিতে হবে। প্রত্যেকটি উপকরণের সঙ্গে একটি Guide Sheet বা পরিচয়পত্র থাকবে এবং তাতে লেখা থাকবে উপকরণের নাম, প্রাপ্তিস্থান, শিক্ষার প্রয়োজনীয়তা (সংক্ষেপে), চিত্রসহ কার্যপ্রণালী (যন্ত্র হ'লে) ইত্যাদি। একটি স্টক খাতায় সংগৃহীত উপকরণগুলির হিসাব রাখতে হবে।

২। উপকরণগুলির সজ্জার নিয়ম :

(ক) প্রদর্শনীর উপকরণ আকর্ষণীয় হওয়া প্রয়োজন। যাদুঘরের প্রদর্শনীতে একই সামগ্রী অধিক দিন রাখা উচিত নয়, কারণ শিক্ষার্থী জিনিসগুলির প্রতি কৌতূহল হারিয়ে ফেলতে পারে। মাঝে মাঝে পুরানো নমুনা সরিয়ে নতুন নমুনা আনতে হবে। শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতার সঙ্গে উপকরণগুলির যত যোগাযোগ ঘটবে, ততই সেগুলি শিক্ষায় মূল্যবান হয়ে উঠবে।

● বিভিন্ন প্রকারের জিনিসগুলিকে পৃথক পৃথক জায়গায় রাখতে হবে। যেমন, তাপ-বিজ্ঞান ও আলোক-বিজ্ঞানের উপকরণগুলি পৃথক জায়গায় রাখতে হবে।

● বড় আকারের জিনিসের পাশে ছোট আকারের জিনিস রাখা ঠিক নয় এবং জিনিসগুলি ফাঁক ফাঁক করে রাখতে হবে।

● প্রদর্শনীর স্থান উন্মুক্ত হবে, যাতে সেখানে সহজেই যাতায়াত করা যায়। সেখানে আলোর উপযুক্ত ব্যবস্থা থাকবে।

৩। শিক্ষার্থীর ভূমিকা :

শিক্ষার্থীরা নিজেদের দায়িত্বে নমুনা ও উপকরণ সংগ্রহ করবে, যে ক্ষেত্রে সম্ভব তৈরি করবে, নিজেরাই সাজাবে, পরিচিতি-পত্র রচনা করবে এবং দর্শকদের প্রদর্শন করবে। শিক্ষার্থীরা উপকরণগুলির প্রতি যত্ন নেবে এবং সব ক্ষেত্রেই শিক্ষকের উপদেশ মেনে চলবে।

॥ যাদুঘর পরিচালনার শিক্ষাগত উদ্দেশ্য ॥

(১) পরিবেশ সম্পর্কে শিক্ষার্থীর মধ্যে কৌতূহল সৃষ্টি করা এবং তাদের অভিজ্ঞতার দিগন্তকে প্রসারিত করা।

(২) প্রাকৃতিক সম্পদকে কাজে লাগাবার দক্ষতা অর্জনে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা।

(৩) সংগ্রহ ও সঞ্চয়ের মনোবৃত্তি গড়ে তোলা।

আলোচনা : যাদুঘর পরিচালনার জন্য শিক্ষার্থীদের নিজে একটি কমিটি তৈরি করা যেতে পারে। যাদুঘরের প্রবেশমুখে যাদুঘরের উপকরণগুলি ব্যবহারের সতর্কতা



সম্পর্কে একটি বিজ্ঞাপ্তি দিতে হবে। উদ্দেশ্যবিহীনভাবে নমুনা সংগ্রহ থেকে শিক্ষার্থীদের বিরত করতে হবে। এই প্রসঙ্গে J. S. Richardson বলেছেন—  
“Caution—the museum should not become a dumping ground”।  
যাদুঘরের কাজকে বিজ্ঞান-সমিতির কাজের অন্তর্ভুক্ত করা যেতে পারে।

## 8.2.2. বুলেটিন বোর্ড ( Bulletin Board ) / Tack Board

বিজ্ঞানে এমন সব শিক্ষামূলক উপকরণ আছে যেগুলি সকলকে সরবরাহ করা যায় না। সেগুলিকে অনেক সময় বুলেটিন বোর্ডের মারফৎ শিক্ষার্থীদের কাছে পৌঁছে দেওয়া যায়। বুলেটিন বোর্ড কোন বিজ্ঞাপনের বোর্ড নয়; বুলেটিন বোর্ড মারফৎ নিম্নলিখিত বিষয়গুলি শিক্ষার্থীদের কাছে পৌঁছে দেওয়া যায়—

মডেল, ছবি, গ্রাফ, মানচিত্র, বিজ্ঞান-বিষয়ক নকশা, কার্টুন, পুস্তিকা, বিজ্ঞান-বিষয়ক চাঞ্চল্যকর তথ্য, নতুন আবিষ্কারের সংবাদ, পাঠ্য-বিষয়ক নোট, প্রশ্নপত্র ইত্যাদি। বুলেটিনগুলির সঙ্গে শ্রেণী-শিক্ষার যোগাযোগ থাকা বাঞ্ছনীয়।

### ৥ বুলেটিন বোর্ডের গঠন ॥

কর্ক, নরম কাঠ কিংবা মোটা প্যাঁকিং কাগজ দিয়ে বুলেটিন বোর্ড তৈরি করা হয়। বোর্ড যাতে সহজে নষ্ট না হয়, তার জন্য চারপাশে শক্ত কাঠের ফ্রেম থাকে। অনেক সময় ভারী জিনিস টাঙাবার জন্য বুলেটিন বোর্ডে কাঠের ব্যাটেন লাগানো থাকে। পেরেকের সাহায্যে ভারী ছবি, মডেল ইত্যাদি ব্যাটেন থেকে ঝুলিয়ে দেওয়া যায়। হালকা কাগজ বা ছবিকে বোর্ড পিন দ্বারা বোর্ডের গায়ে আটকানো যেতে পারে।

### ৥ বুলেটিন বোর্ডে বুলেটিন পরিবেশন ॥

বুলেটিন বোর্ডে বিষয়বস্তুগুলিকে যদি উপযুক্ত উপায়ে সাজিত না করা যায়, বিষয়বস্তু আকর্ষণীয় হলেও সেগুলি শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণে ব্যর্থ হবে। অনেকের মতে বিভিন্ন সমস্যাকে কেন্দ্র করে বিষয়বস্তুগুলিকে বুলেটিন বোর্ডে পরিবেশন না করে একটি সমস্যাকে কেন্দ্র করেই বিভিন্ন তথ্য বুলেটিন বোর্ডে পরিবেশন করা উচিত এবং তাতে বুলেটিন বোর্ডের উপযোগিতা বৃদ্ধি পাবে। কেন্দ্রীয় সমস্যাটিকে প্রশ্নের আকারে বোর্ডের উপর লিখে দিতে হবে। শ্রেণীর শিক্ষায় বুলেটিন বোর্ডকে ব্যবহার করা যেতে পারে। একাধিক সমস্যা বা ধারণা প্রকাশ করবার জন্য একাধিক বোর্ড ব্যবহার করা যেতে পারে। আদর্শ বুলেটিন বোর্ডে বিষয়বস্তু পরিবেশনের জন্য Bennet নিম্নরূপ প্রস্তাব রেখেছেন—

(১) সরলতা ও স্পষ্টতা ( Clarity and Simplicity )—বুলেটিন বোর্ডের বিষয়বস্তু সহজ-সরল হবে এবং বিষয়বস্তুর বিন্যাসে স্পষ্টতা থাকবে।

(২) বৈচিত্র্য ( Variety ) বোর্ডে বিভিন্ন বিষয়বস্তু বিন্যাসে রঙ, আকার ও আকৃতির বৈচিত্র্য থাকলে বোর্ডের বিভিন্ন বিষয়বস্তু আকর্ষণীয় হয়ে উঠবে।

(৩) গতি ( Motion )—বিষয়বস্তুর গুরুত্ব অনুসারে সেগুলিকে বাঁ থেকে ডান দিকে এবং উপর থেকে নীচের দিকে সাজাতে হবে ।

(৪) সাম্য ( Balance )—বিষয়বস্তুর গুরুত্ব অনুসারে সাজাতে হবে ঠিকই, কিন্তু বড় আকৃতির কোন ছবির কাছে ছোট আকৃতির ছবি বা নকশা দেখতে ভাল লাগে না । সেসব ক্ষেত্রে সামঞ্জস্য বিধান করতে হবে ।

(৫) এক্য ( Unity )—যদি কোন বিশেষ সমস্যা নিয়ে বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা করা সম্ভব না হয়, বিভিন্ন সমস্যার অন্তর্গত বিষয়বস্তুগুলিকে এমনভাবে সাজাতে হবে, যাতে তাদের এক্য বিধান করা সম্ভব হয় ।

### ॥ বোর্ড পরিচালনার নিয়ম ॥

শিক্ষার্থীরা বুলেটিন বোর্ড পরিচালনার দায়িত্ব নেবে, তবে বিজ্ঞান-শিক্ষক হবেন তাদের উপদেষ্টা । কোন সমস্যাকে কেন্দ্র করে কি ধরনের সংবাদ, ছবি বা প্রবন্ধ সংগ্রহ করতে হবে, শিক্ষক তাদের বলে দেবেন । সংগৃহীত উপকরণগুলি থেকে তিনি প্রয়োজন মারফক উপকরণ বেছে নেবেন । উপকরণগুলিকে কিভাবে বুলেটিন বোর্ডে সাজাতে হয়, তিনি প্রথম প্রথম তাদের বলে দেবেন । শিক্ষার্থীরা—

- বোর্ডের পুরানো উপকরণগুলি সরিয়ে ফেলবে,
- বুলেটিন বোর্ড পরিষ্কার করবে,
- নতুন উপকরণগুলি লাগাবে,
- আকর্ষণীয় শিরোনাম ( Title ) তৈরি করবে,
- সংগৃহীত উপকরণগুলির শিক্ষাগত মূল্য নির্ণয় করবে ।

এই প্রসঙ্গে মনে রাখতে হবে যে, বুলেটিনের কোন বিষয়বস্তু দীর্ঘদিন যাবৎ বোর্ডে রাখা উচিত নয় ।

### ॥ বোর্ড-পরিচালনার শিক্ষাগত মূল্য ॥

● বোর্ড পরিচালনা করতে গিয়ে শিক্ষার্থীর সংগ্রহ করবার অভ্যাস গড়ে ওঠে । এই অভ্যাস ভবিষ্যতে বৈজ্ঞানিক গবেষণার কাজে লাগতে পারে ।

● কোন সমস্যাকে কেন্দ্র করে বুলেটিন সংগ্রহ এবং প্রকাশের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীর সৃজন-ক্ষমতার প্রকাশ ঘটে ।

● বিজ্ঞান-বিষয়ক তথ্যাদি সংগ্রহ করতে গিয়ে শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতা এবং বিশ্লেষণী চিন্তাধারার বিকাশ ঘটে ।

### 8.2.3. শিক্ষামূলক ভ্রমণ

#### ( Excursion )

প্রাথমিক জ্ঞান আহরণের জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষায় ভ্রমণের এক বিশেষ অবদান রয়েছে । ভ্রমণের মাধ্যমে শিক্ষার্থী পরিবেশের শিক্ষণীয় বিষয়ের সঙ্গে প্রাথমিকভাবে পরিচিত

হয়। ভ্রমণ দ্বারা ধরনের হতে পারে—(ক) নিকটবর্তী এবং (খ) দূরবর্তী স্থানে ভ্রমণ। ভ্রমণের স্থান দূরবর্তী হলেই তার শিক্ষামূলক গুরুত্ব বৃদ্ধি পাবে, একথা মনে করবার কারণ নেই। প্রকৃতপক্ষে স্থানটির বৈজ্ঞানিক গুরুত্বের উপর বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল্য নির্ভরশীল। একই শর্তে নিকটবর্তী স্থানে ভ্রমণ অধিকতর উপযোগী, কারণ তাতে সময় এবং খরচ দুটিই কম প্রয়োজন হয়। আজকের দিনে একথা সত্য যে, সব জায়গায় বৈজ্ঞানিক অগ্রগতি সমানভাবে হয়নি। তবুও বৈজ্ঞানিক বৈশিষ্ট্যহীন স্থানগুলি সংখ্যায় বিরল। সুতরাং নিকটবর্তী স্থানে ভ্রমণের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া প্রয়োজন। রসায়ন এবং পদার্থবিদ্যায় শিক্ষালাভের জন্য যেসব জায়গায় এবং প্রতিষ্ঠানে যাওয়া যেতে পারে, তার কয়েকটি উল্লেখ করা হ'ল :

রসায়ন—কাঁচ, রবার, রঙ, প্লাস্টিক ও লোহার কারখানা, তৈল শোধনাগার, বাত্যাচুল্লী (Blast Furnace), সার উৎপাদনের কারখানা, গ্যাসপ্লান্ট, বরফ তৈরির কারখানা, খনি, ঔষধালয়, ডাক্তারখানা, মৃৎশিল্প ও পোর্সেলেন শিল্প প্রতিষ্ঠান ইত্যাদি।

পদার্থবিদ্যা—জাহাজ-বন্দর, মোটর গাড়ীর কারখানা, বৈদ্যুতিক মেরামতির দোকান, পাম্প স্টেশন, হাসপাতাল, লৌহ-সামগ্রীর দোকান, সংবাদপত্রের অফিস, আবহাওয়া অফিস, ছাপাখানা, মানমন্দির, কাগজ ও কাপড়ের কল, রেডিওর দোকান, আকাশবাণী ভবন, কাঠের কারখানা, টেলিফোন অফিস, ফটোগ্রাফার দোকান, বিদ্যুৎ সরবরাহ কেন্দ্র, চশমার দোকান, ধান-গম পেসাই করবার কল, বাঁধ, আসবাবপত্র তৈরি করবার কারখানা, সাইকেল মেরামতির দোকান ইত্যাদি। এ ছাড়াও বিজ্ঞান সংগ্রহশালা, বিজ্ঞান গবেষণাগার প্রভৃতি স্থানে শিক্ষামূলক ভ্রমণ করা যেতে পারে।

॥ শিক্ষামূলক ভ্রমণ সংগঠনের নিয়ম ॥

(১) উদ্দেশ্য নিরূপণ—কোন সমস্যাতে ভিত্তি ক'রেই ভ্রমণের পরিকল্পনা করা উচিত। সেই সমস্যাটি শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যৌথ প্রচেষ্টায় নির্ধারিত হতে পারে; [ বিশদ বিবরণের জন্য কার্য-সমস্যা-পন্থতি দেখুন। ] যেমন—“ধাতুর সঙ্গে ধাতু কি কিভাবে মেশানো যায়?”

(২) পরিকল্পনা—শিক্ষার্থীরা সবাই অথবা তাদের কোন সাব-কমিটি শিক্ষকের সভাপতিত্বে পরিকল্পনা গ্রহণ করতে পারে এবং নির্দেশনাপত্র (Guide Sheet) তৈরি করতে পারে। শ্রেণীর সব শিক্ষার্থীরা মিলে ভ্রমণের জন্য পথের নিশানা, পোশাক-পরিচ্ছদ, খাবার, যানবাহন সম্পর্কে খোঁজখবর নেবে, ব্যবস্থা করবে ইত্যাদি। বিজ্ঞান-শিক্ষক প্রশাসনিক দায়িত্ব গ্রহণ করবেন, যেমন—

(ক) বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের অনুমোদন লাভ

(খ) শিক্ষার্থীর অভিভাবকদের সম্মতিলাভ

(গ) যানবাহন-সম্পর্কিত ব্যবস্থা

(ঘ) নিয়ম-শৃঙ্খলা ও আচরণ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের নির্দেশ দান প্রভৃতি।

শিক্ষামূলক স্থানে গিয়ে কি দেখতে হবে, কি প্রশ্ন করতে হবে, কোন্ অফিসার ও কর্মচারীর সঙ্গে যোগাযোগ করতে হবে, তা আগে থেকে ঠিক করে নিতে হবে।

(৩) সম্পাদন—পরিচালনা অনুযায়ী কর্ম সম্পাদন করতে হবে।

(৪) বহির্ভ্রমণের শিক্ষাগত অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন এবং শিক্ষাক্ষেত্রে প্রয়োগ—বহির্ভ্রমণে যে অভিজ্ঞতা লাভ করা যায়, তাকে শ্রেণীর পড়াশুনার কাজে লাগানো সম্ভব। যে পদ্ধতিতেই বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া হোক না কেন, ভ্রমণের অভিজ্ঞতাকে প্রাথমিক জ্ঞান হিসেবে সব ক্ষেত্রেই প্রয়োগ করা যায়। যেমন—

(ক) ভ্রমণের মাধ্যমে অর্জিত অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন প্রসঙ্গে বিভিন্ন ভুল-ত্রুটি, সন্নিবিধ-অসন্নিবিধার কথা আলোচনা করা যায়। সমস্যা উত্থাপন করা যায় এবং ভবিষ্যৎ কর্মসূচী গ্রহণ করা যায়।

(খ) ভ্রমণের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে পরীক্ষাগারের কাজ পরিমার্জিত করা যায়।

(গ) নানা ধরনের মডেল তৈরি করা যায়।

(ঘ) ভ্রমণের সময় তোলা ফটোগুলিকে বুলেটিন বোর্ডে প্রকাশ করা যায়।

(ঙ) ভ্রমণ-বিষয়ক বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ লেখা যায়, রিপোর্ট তৈরি করা যায়।

(চ) ভ্রমণের মাধ্যমে শিক্ষার্থী যেসব সমস্যার সম্মুখীন হয়, সেগুলি সমাধান করবার জন্য শিক্ষার্থী অতিরিক্ত পড়াশুনা করতে পারে।

॥ শিক্ষামূলক ভ্রমণের মূল্য ॥

(ক) ভ্রমণকে শ্রেণী-শিক্ষার পরিপূরক হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

(খ) ভ্রমণের মাধ্যমে বাইরের জগতের সঙ্গে বিদ্যালয়ের যোগাযোগ স্থাপিত হয়।

(গ) ইহা পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

(ঘ) ইহার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর মধ্যে সামাজিক গুণ, যথা—সহযোগিতার মনোভাব, সাংগঠনিক ক্ষমতা, আত্মনির্ভরতা ও দায়িত্ববোধের বিকাশ ঘটে।

(ঙ) ইহা প্রজেক্টের কাজের পক্ষে বিশেষভাবে উপযোগী।

(চ) শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে বাস্তব এবং প্রাথমিক জ্ঞান-আহরণের জন্য ভ্রমণ একটি উৎকৃষ্ট পথ।

সতর্কতা—শিক্ষামূলক ভ্রমণের এত গুরুত্ব থাকা সত্ত্বেও অর্থহীন হয়ে পড়তে পারে, যদি শিক্ষামূলক ভ্রমণের উদ্দেশ্য এবং পূর্ব পরিচালনা না থাকে। তখন শিক্ষামূলক ভ্রমণ প্রমোদ ভ্রমণে পরিণত হতে পারে।

যে প্রতিষ্ঠানে শিক্ষামূলক ভ্রমণে যাওয়া হবে সেখানকার কতৃপক্ষকে পূর্বেই অবহিত করতে হবে কি কি বিষয় সেখান থেকে জানা প্রয়োজন হবে।

#### ৪.২.৪. বিজ্ঞান-সমিতি

( Science Club )

বিজ্ঞান-সমিতি হ'ল বিদ্যালয়-পরিচালিত একটি সংস্থা যার মাধ্যমে শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের সহ-পাঠক্রমিক কাজে অংশগ্রহণ করতে পারে। শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষার



শিক্ষার্থী বৈচিত্র্যহীন পূর্ণাঙ্গত বিদ্যা আয়ত্ত করে। স্বাধীন পরিবেশে আবিষ্কারের ভাবধারায় উৎসাহিত হবার সুযোগ সেখানে কম। বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল প্রেরণা হ'ল আবিষ্কার, সক্রিয়তা এবং চিন্তায় ও কর্মে স্বাধীনতা। বিজ্ঞান-সমিতির কাজের মধ্যেই শিক্ষার্থী সে সুযোগ পেয়ে থাকে। রাশিয়া বা আমেরিকায় ভাবী যুগের বৈজ্ঞানিকদের অনুসন্ধান করা এবং উপযুক্তভাবে গড়ে তোলার জন্য দেশের বিদ্যালয়-গুলিতে যেমন যথাক্রমে চক্র (Circle) এবং “সায়েন্স অনার্স প্রোগ্রামে”র ব্যবস্থা প্রবর্তন করা হয়েছে, তেমনি ভারতেও গড়ে উঠেছে “বিজ্ঞান-সমিতি”, D. E. P. S. E. (Directorate of Extension Programme for Secondary Education)-এর নেতৃত্বে, 1957-58 সাল থেকে। N. C. E. R. T. দেশের বিদ্যালয়গুলিকে প্রয়োজনীয় আর্থিক অনুদান, পত্রিকা ইত্যাদি দিয়ে সাহায্য করবার জন্য এগিয়ে এসেছেন। বিজ্ঞান-সমিতিতে কাজ ক'রে অনেক উৎসাহী শিক্ষার্থী N. S. T. S. (National Science Talent Search) Scheme প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছে। বৈজ্ঞানিক গড়ে তোলা নয়, বিজ্ঞান-অনুশীলনের উপযুক্ত পথ-নির্দেশ দেওয়াই হ'ল সমিতির প্রধান উদ্দেশ্য। বিজ্ঞান-সমিতিতে কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর অর্জিত অভিজ্ঞতা শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষার তুলনায় কোন অংশে কম নয়। অনেকে তাই “বিজ্ঞান-সমিতি”-কে বিদ্যালয়ের সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীর “মেরুদণ্ড” হিসেবে চিহ্নিত করেছেন।

## ॥ বিজ্ঞান-সমিতির উদ্দেশ্য ॥

বিজ্ঞান-সমিতির উদ্দেশ্য হ'ল—

- (১) বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক কাজের মধ্যে সমন্বয় সাধন করা,
- (২) ব্যক্তিগত চাহিদা, সামর্থ্য, দৃষ্টিভঙ্গী অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান-শিক্ষায় নিয়োজিত করা,
- (৩) বিজ্ঞান গবেষণায় আগ্রহ সৃষ্টি করা এবং সমসাময়িক যুগের বৈজ্ঞানিক ভাবধারার সঙ্গে পরিচয় ঘটানো,
- (৪) বিজ্ঞানের পাঠক্রমের পরিধিকে বিস্তৃত করা এবং সমিতির কাজের মাধ্যমে বিদ্যালয়ের সঙ্গে বাইরের জগতের সম্পর্ক স্থাপন করা,
- (৫) শ্রমের প্রতি অনুরাগ জাগানো এবং বৈজ্ঞানিক দক্ষতা অর্জনে সাহায্য করা,
- (৬) শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রীতির সম্পর্ক গড়ে তোলা,
- (৭) শিক্ষার্থীকে দায়িত্বশীল নাগরিক হিসেবে গড়ে তোলা—সমিতির কাজের জন্য শিক্ষার্থীকে ব্যক্তিগত উদ্যোগে পড়াশোনা করতে হবে, জিনিসপত্র সংগ্রহ করবার জন্য শিক্ষক এবং সতীর্থদের সঙ্গে আলোচনা করতে হবে ইত্যাদি। এইভাবে সে দায়িত্বশীল হয়ে উঠবে।

(৮) শিক্ষার্থীর মধ্যে সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটানো যেমন—শৃংখলা, সহানুভূতি ও সহযোগিতা।

(৯) বিজ্ঞানের তথ্য এবং আবিষ্কারকে সমাজের সর্বস্তরের লোকের কাছে পৌঁছে দেওয়া—শিক্ষার্থী যখন বিজ্ঞান-সমিতিতে প্রস্তুত মডেল, চার্ট, ছবি ইত্যাদি বিজ্ঞান-মেলয় দেখাবে, বাইরের দর্শক তখন বিজ্ঞানের বিভিন্ন আবিষ্কার সম্পর্কে সচেতন হবে। শুধু তাই নয়, বিজ্ঞান-সমিতির সদস্যরা যখন শ্রেণীকক্ষে তাদের অভিজ্ঞতা প্রকাশ করবার সুযোগ পাবে, সমিতির সদস্য নয় এমন শিক্ষার্থীরা সেই আলোচনা থেকে উপকৃত হতে পারে।

(১০) বিজ্ঞানে প্রতিভাবান শিক্ষার্থীদের খুঁজে বের করা—প্রকৃতপক্ষে ভারতে বিজ্ঞান-সমিতি স্থাপনের প্রধান উদ্দেশ্যগুলির মধ্যে এটি অন্যতম।

(১১) শিক্ষার্থীদের সাংগঠনিক ক্ষমতা বৃদ্ধি করা—শিক্ষার্থীরা সমিতির প্রশাসনিক ক্ষমতা অর্জন করবে।

॥ বিজ্ঞান-সমিতির সংগঠন ॥

সমিতি সংগঠনের জন্য প্রয়োজনীয় সুযোগ-সুবিধা (Facilities needed for the Club)—বিজ্ঞান-সমিতি গঠনের জন্য বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষকে কিছু সুযোগ-সুবিধা দিতে হবে; যেমন—সমিতি-সংগঠনের জন্য প্রয়োজনীয় ঘর, কাজ করবার যন্ত্রপাতি, সমিতির সভার কাজের জন্য সময়, প্রশাসনিক সহযোগিতা ইত্যাদি। তাছাড়া, বিদ্যালয়ের পাঠক্রমিক কার্যাবলী থেকে আংশিক মুক্তি দিয়ে শিক্ষার্থীদের সমিতির কাজের জন্য কিছু সুবিধা ক'রে দিতে হবে।

সমিতির প্রকারভেদ (Types of the Club)—সমিতি দু'ধরনের হতে পারে, সাধারণধর্মী ও বিশেষধর্মী। সাধারণধর্মী বিজ্ঞান-সমিতিতে বিভিন্ন শিক্ষার্থী ভৌত বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ের উপর কাজ করবার সুযোগ পায়। বিশেষধর্মী সমিতিতে ভৌত বিজ্ঞানের বিশেষ বিষয়ের উপর কাজ করবার সুযোগ থাকে; যেমন—ইলেকট্রনিকস, ফটোগ্রাফি ইত্যাদি। বিশেষধর্মী সমিতির কাজ অনেকটা প্রজেক্টধর্মী, প্রত্যেক সভ্যকে একটি প্রজেক্টের বিভিন্ন অংশ রূপায়ণের জন্য কাজ করতে হয়। বিশেষধর্মী সমিতিগুলি হতে পারে Physics Club, Chemistry Club, Photography Club, Electronics Club ইত্যাদি।

সমিতির আকার (Size of the Club)—একটি সমিতিতে ১২ থেকে ২৫ জনের মত সদস্য থাকা বাঞ্ছনীয়। এর চাইতে বেশী সদস্য থাকলে একা বিজ্ঞান-শিক্ষকের পক্ষে ঠিকমত নির্দেশ দেওয়া এবং কাজ পরিদর্শন করা অসুবিধাজনক হয়ে পড়ে এবং কম থাকলে কোন বড় পরিকল্পনা গ্রহণ করা সম্ভব হয় না।

কার্যকরী সমিতি নির্বাচন (Selection of Executive Committee)—

● বিজ্ঞান-সমিতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষকের ভূমিকা হবে উপদেষ্টার। সমিতির তিনিই হবেন প্রধান পৃষ্ঠপোষক। বিজ্ঞান-সমিতির সদস্যদের অভাব-অভিযোগ নিরসন, সমিতির সঙ্গে বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ এবং বাইরের সমাজের সঙ্গে যোগাযোগ ব্যাপারে তিনি মূখ্য ভূমিকা নেবেন। সমিতির শিক্ষামূলক যাবতীয় কাজ যথাসম্ভব

শিক্ষার্থীরাই তাদের নিজের উদ্যোগে করবে। বিদ্যালয়ের সকল শ্রেণীর বিজ্ঞানে আগ্রহী শিক্ষার্থী সমিতির সদস্য হতে পারবে। সদস্যরা নিজেদের মধ্য থেকে কার্যকরী সমিতি তৈরি করবে। কার্যকরী সমিতিতে সভাপতি, সহ-সভাপতি, সম্পাদক, সহ-সম্পাদক, কোষাধ্যক্ষ, গ্রন্থাগারিক, ভাড়ার-রক্ষক, প্রচারকর্তা, বিভিন্ন শ্রেণীর বিজ্ঞান প্রতিনিধি প্রভৃতি পদ থাকবে। সদস্যগণ পরিকল্পনা করবে, প্রদর্শনী এবং আলোচনার ব্যবস্থা করবে, মডেল প্রভৃতির কাজ করবে। প্রত্যেক সদস্য নির্দিষ্ট হারে চাঁদা দিয়ে সমিতির ব্যয় নির্বাহ করবে। ঘাটতি অথবা বিদ্যালয়ের কাছ থেকে নিজে হবে। সমিতি পরিচালনার জন্য সদস্যগণ সংবিধান রচনা করবে, তাতে থাকবে—

- সমিতির নাম ও উদ্দেশ্য
- সদস্য হবার শর্তাবলী
- সমিতির আর্থিক সংস্থানের উপায়
- সমিতির কাজের প্রকৃতি
- কার্যকরী সমিতিতে নির্বাচনের নিয়ম
- অপরাধী সদস্যকে শাস্তি দেবার নিয়ম
- অবশ্যপালনীয় শর্তাবলী ইত্যাদি

### সমিতির কার্যাবলী (Activities of the Science Club)

বিজ্ঞান-সমিতিতে বহুমুখী কাজের সুযোগ আছে। প্রত্যেক সদস্য তার নিজের চাহিদা ও রুচি অনুযায়ী সমিতি-পরিচালিত যে-কোন কাজে যোগদান করতে পারে। কাজগুলি নিম্নরূপ—

#### (১) সাহিত্যধর্মী কাজ :

(ক) বিতর্ক, বক্তৃতা ও আলোচনা সভার আয়োজন—বিজ্ঞানের কোন আকর্ষণীয় বিষয় নিয়ে বিতর্ক, বক্তৃতা ও আলোচনার আয়োজন করা যেতে পারে। বিষয়গুলি শ্রেণীর বিজ্ঞান থেকে স্বেচ্ছা হতে পারে। মাঝে মাঝে স্মরণীয় দিনগুলিতে বিজ্ঞান-বিষয়ক আলোচনার ব্যবস্থা করা যেতে পারে। বিশিষ্ট বৈজ্ঞানিক, ডাক্তার, এন্জিনিয়ারদের বক্তৃতা দেবার জন্য মাঝে মাঝে আমন্ত্রণ জানানো যেতে পারে।

(খ) বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা।

(গ) বিদ্যালয় ম্যাগাজিনে বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধ লেখা এবং বিজ্ঞান-বিষয়ক দেওয়াল-পত্রিকা পরিচালনা করা ইত্যাদি।

(২) জনসাধারণ এবং বিদ্যালয়ের সাধারণ শিক্ষার্থীদের সামনে বিজ্ঞানের উপকরণ নিয়ে ডেমন্স্ট্রেশন দেওয়া।

(৩) শ্রেণীকক্ষের ডেমন্স্ট্রেশনের উপযোগী উপকরণ, চার্ট, মডেল ও নিজ উপায়ে যন্ত্রপাতি (Improvised Teaching Aids) নির্মাণ করা।

(৪) পরীক্ষাগারের যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ ও মেরামত করা।

(৫) শ্রেণীতে ডেমন্স্ট্রেশন দেবার সময় শিক্ষককে সাহায্য করা।

(৬) বিজ্ঞান-বিষয়ক শখ (hobby) অনুসারে কাজ করা।

(৭) বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধ স্থানে ভ্রমণ করা।

(৮) প্রতি বছর বিজ্ঞান-মেলা এবং প্রদর্শনীর আয়োজন করা।

(৯) প্রজেক্টধর্মী কাজ করা যেমন—যাদুঘর পরিচালনা করা, উদ্যান রচনা করা, নিত্যব্যবহার্য জিনিসপত্র তৈরি করা ইত্যাদি।

(১০) ফিল্মশো'র বন্দোবস্ত করা—শ্রেণীর বিজ্ঞানের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত অথবা আকর্ষণীয় বিজ্ঞানধর্মী বিষয়ের উপর ফিল্মশো দেখাবার বন্দোবস্ত করা ইত্যাদি।

আলোচনা—বিজ্ঞান-সমিতির শিক্ষামূলক উপযোগিতা এত অধিক থাকা সত্ত্বেও “বিজ্ঞান-সমিতি” গঠনে বিদ্যালয়গুলির কাছ থেকে আশানুরূপ সাড়া পাওয়া যায়নি এবং যে সমিতিগুলি পূর্বে গড়ে উঠেছিল, সেগুলি এখন ভাঙনের মুখে। তার কারণ হয়ত—

- বিজ্ঞান-শিক্ষকদের উপযুক্ত প্রশিক্ষণের অভাব,
- বিদ্যালয়গুলির আর্থিক অসুবিধা,
- সর্বোপরি বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের প্রেরণা এবং উৎসাহের অভাব।

শিক্ষকদের উপযুক্ত প্রশিক্ষণ দেবার জন্য N.C.E.R.T.-এর Central Science Workshop এবং চারটি আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয় অগ্রণী হয়েছেন। পশ্চিম বাংলায় এবং ভারতের পূর্বাঞ্চলে বিড়লা ইন্ডাস্ট্রিয়াল এ্যান্ড টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়াম, প্রশিক্ষণরত বিজ্ঞান-শিক্ষকদের এবং বিদ্যালয়ের ছাত্রছাত্রীদের নিজ উপায়ে যন্ত্রপাতি নির্মাণের শিক্ষা দিচ্ছেন। এই মিউজিয়াম তাঁদের কেন্দ্রীয় প্রতিষ্ঠান (কলিকাতা) এবং শাখা-প্রতিষ্ঠানগুলিতে বিদ্যালয় শিক্ষার্থীদের জন্য সৃজনীবিকাশ-কেন্দ্র (Creative Ability Centre) পরিচালনা করেন। C.A.C.-র সদস্যরা বিজ্ঞান মেলার আয়োজন করে; বিতর্ক, আলোচনা ও কুইজ প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে থাকে।

### 8.2.5. বিজ্ঞান-মেলা (Science Fair)

বিজ্ঞানের অগ্রগতি এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার বিভিন্ন প্রচেষ্টা সম্পর্কে সাধারণ মানুষকে যদি অবহিত করতে হয়, তাহলে বিজ্ঞান-মেলাই হ'ল সর্বোৎকৃষ্ট উপায়। অংশগ্রহণকারী শিক্ষার্থীরাও বিজ্ঞান শেখবার প্রেরণা পায় দর্শক ও শিক্ষকদের কাছ থেকে এবং আরও বিভিন্ন উপায়ে। বিজ্ঞান-মেলা অন্যান্য মেলার মত শুধু দেখবার নয়, উপলব্ধি করবার বিষয়ও বটে। সেজন্য আমাদের মত দেশে প্রতি বছর বিজ্ঞান-মেলার আয়োজন করা উচিত। অন্যান্য বিজ্ঞান-মেলার তুলনায় বিদ্যালয়-পরিচালিত বিজ্ঞান-মেলার শিক্ষাগত মূল্য অধিক। এক বা একাধিক প্রতিবেশী বিদ্যালয় যৌথভাবে বিজ্ঞান-মেলার আয়োজন করতে পারেন। বিদ্যালয়-পরিচালিত বিজ্ঞান-মেলায় বিজ্ঞান-সমিতির সদস্যরা সমিতির কাজের অঙ্গ হিসাবে যোগদান করতে পারে।



১৯২০ সালের দিকে “প্রজেক্ট-পদ্ধতি” জনপ্রিয়তা লাভ করবার পর বিজ্ঞান-মেলা শুরুর হয়েছে। ঐ সময় কয়েকটি বড় দেশ বিজ্ঞান-মেলায় আয়োজন করেছে। ঐ বিজ্ঞান-মেলায় শিক্ষার্থীরা তাদের তাঁর প্রদর্শনীর মাধ্যমে বিদ্যালয়ে শেখা বিজ্ঞানের তত্ত্ব ও নীতির বহিঃপ্রকাশ করত। ১৯৩৮ সালে বিজ্ঞান-মেলায় ভিত্তি আরও ব্যাপক হ’ল এবং মেলায় বিভিন্ন স্থানের বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীরা আসবার সুযোগ পেল এবং তারা পরস্পরের সঙ্গে পরিচিত হবার সুযোগ লাভ করল। আগের মত প্রদর্শনীর সামগ্রী দর্শককে দেখিয়ে কাজ শেষ হ’ল না, ডেমন্স্ট্রেশন দিয়ে প্রদর্শনীর সামগ্রীর অন্তর্নিহিত বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব দর্শককে বুঝিয়ে দিতে হ’ল। এখানকার বিজ্ঞান-মেলা বিদ্যালয়ভিত্তিক, অঞ্চলভিত্তিক, এমন কি জাতীয়ভিত্তিক হ’তে পারে। ব্যাপক ভিত্তিতে যেসব বিজ্ঞান-মেলা অনুষ্ঠিত হয়, তাতে মূল্যায়ন এবং পুরস্কারের ব্যবস্থা আছে।

## ॥ বিজ্ঞান-মেলা ও প্রদর্শনী ॥

বিজ্ঞান-মেলা—বিভিন্ন সমস্যা সংবলিত বিজ্ঞানের উপকরণগুলি মেলায় ঘরে সজ্জিত থাকে। একটি কয়লার খনির মডেলের কাছে ছাপাখানার একটি মডেল থাকতে পারে। টেলিফোনের মডেলের কাছে অনুবীক্ষণ যন্ত্রের মডেল রাখতে অসুবিধা নেই।

বিজ্ঞান-প্রদর্শনী—প্রদর্শনীতে কোন একটি ঘরে বা ঘরের বিশেষ কোন অংশে একই সমস্যা বা ধারণা-সংবলিত বিজ্ঞানের বিভিন্ন উপকরণ দেখানো হয়। কোন প্রদর্শনীতে দেখানো যেতে পারে ফটোগ্রাফির বিভিন্ন পদ্ধতি, বিভিন্ন রঙের এবং সাইজের ফটো, বিভিন্ন ধরনের ক্যামেরা, তেমনি কোন প্রদর্শনীতে “বিদ্যুৎ”, “আবহাওয়া”, “মহাকাশ-বিজ্ঞান” বা “পরমাণুশক্তি” ইত্যাদির উপর বিভিন্ন উপকরণ দেখানো যেতে পারে। এই ধরনের প্রদর্শনীকে বলা হয় বিজ্ঞান-প্রদর্শনী বা বিজ্ঞান-শিবির ( ইংরাজীতে Science Camp অথবা Science Congress )।

তবে সাধারণ মেলাতেও প্রদর্শনীর আয়োজন থাকে। অনেক সময় মেলায় উপকরণ-সজ্জায় ধারাবাহিকতা সৃষ্টির জন্য আলো, রসায়ন বা ইলেকট্রনিক্স বিষয়ক উপকরণাদি পৃথক পৃথকভাবে সাজানো হয়।

## ॥ বিজ্ঞান-মেলায় উদ্দেশ্য (Objectives of Science Fair) ॥

বিজ্ঞান-মেলায় উদ্দেশ্য হ’ল—

● বিদ্যালয়ে ছাত্ররা বিজ্ঞান-বিষয়ক যে জ্ঞানলাভ করে তার বহিঃপ্রকাশের সুযোগ দেওয়া

● ছাত্রদের বিজ্ঞানে আগ্রহ সৃষ্টি করা

১. Enunciated by N. R. D. Jones on the occasion of Denton County Science Fair, 4th April, 1952.

১. ● ছকে-বাঁধা শ্রেণীর কাজের বাইরে শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে উৎসাহিত করা

২. ● বিজ্ঞান-বিষয়ক শব্দ সৃষ্টিতে সাহায্য করা

৩. ● প্রদর্শন-সামগ্রী তৈরী এবং তার ডেমন্স্ট্রেশনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের প্রতিভা-বিকাশের সুযোগ করে দেওয়া

৪. ● বৈজ্ঞানিক প্রতিভাসম্পন্ন কিশোর শিক্ষার্থীদের খুঁজে নেওয়া এবং প্রশংসা করা

৫. ● শিক্ষক এবং শিক্ষার্থীদের নিকট বিজ্ঞান-শিক্ষার আদর্শ স্থাপন করা

৬. ● বিদ্যালয়ের সঙ্গে সমাজের যোগসূত্র স্থাপন করা এবং সমাজের বিভিন্ন ব্যক্তির কাছে বিজ্ঞানকে পৌঁছে দেওয়া।

## ॥ বিজ্ঞান-মেলায় পরিচালনা ( Organisation of Science Fair ) ॥

মেলায় সন্ঠন পরিচালনার জন্য নিম্নলিখিত উপায়গুলি গ্রহণ করা দরকার।

(ক) পরিকল্পনা—মেলায় পরিকল্পনার সময় যে বিষয়গুলির উপর অধিক গুরুত্ব দিতে হবে সেগুলি হ'ল—

● বিজ্ঞান মেলায় উদ্দেশ্য

● মেলায় ব্যাপকতা—এক বা একাধিক বিদ্যালয় মেলায় যোগদান করবে কি না সেটা ঠিক করা

● মেলায় আয়-ব্যয়—বিদ্যালয়ের কাছ থেকে কত আর্থিক সাহায্য পাওয়া যাবে, দর্শকদের কাছ থেকে দক্ষিণা নেওয়া হবে কি না, চাঁদা সংগ্রহ হবে কি না এবং করলে চাঁদার হার কত হবে ইত্যাদি নির্ধারণ করতে হবে

● মেলায় স্থান, তারিখ এবং স্থিতিকাল

● প্রচার

● প্রদর্শনযোগ্য সামগ্রী কি কি থাকবে—চার্ট, নমুনা, নিষ্কৃত্ত এবং সক্রিয় মডেল, পরীক্ষামূলক কাজ, আবিষ্কারমূলক কাজ ইত্যাদি মেলায় স্থান পেতে পারে। বিশেষ মেলায় জন্য কোন ধরনের সামগ্রী স্থান পাবে ঠিক করতে হবে।

(খ) কাজবন্টন—পরিকল্পনার পর, আগ্রহ ও সামর্থ্য অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের মধ্যে ব্যক্তিগত এবং দলগতভাবে কাজ বন্টন করতে হবে। মেলায় কাজ দেখবার জন্য শিক্ষার্থীদের নিয়ে বিভিন্ন সাব-কমিটি তৈরী করতে হবে; যেমন—উপদেষ্টা কমিটি, পরিচালক কমিটি, সম্বধানা কমিটি, প্রচার কমিটি ইত্যাদি। এক-একজন বিজ্ঞান-শিক্ষক এক-একটি সাব-কমিটির সঙ্গে যুক্ত থাকবেন।

(গ) সম্পাদন—বিভিন্ন কমিটি তাদের কাজ বুঝে নিয়ে কাজ সম্পন্ন করবার চেষ্টা করবে। মেলা যদি কোন ঘরে করা সম্ভব না হয়, তাহলে মেলায় জন্য ছাউনী বেড়ার ( Pandal ) ব্যবস্থা করতে হবে। মেলা শুরুর হবার দিন-দুয়েক আগে আসবাবপত্র যোগাড় করতে হবে। প্রদর্শনীর সামগ্রীগুলি সংগ্রহ করে নিয়ে সেগুলি

পরীক্ষা করে দেখে নিতে হবে, ঠিকমত কাজ করছে কি না। প্রদর্শনীর সামগ্রীর ইতিহাস, বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা বা কার্যপ্রণালী বড় কাগজে (অর্থাৎ পরিচয়পত্রে) স্পষ্ট ভাষায়, পরিষ্কার চিত্রের সাহায্যে বড় বড় হরফে লিখতে হবে। মডেলের নাম এবং অংশগ্রহণকারীর নাম পরিচয়পত্রে লিখতে হবে। প্রতিটি মডেলের জন্য উপযুক্ত পরিমাণ জায়গা দিতে হবে। একই বিষয়গত সামগ্রীগুলি কাছাকাছি যথাসম্ভব সাজাতে হবে। এছাড়া, সামগ্রীগুলিকে এমনভাবে সাজাতে হবে যাতে সোজা হ'লে দাঁড়িয়ে সেগুলি ভালভাবে দেখা যায়। প্রদর্শনীতে ডেমনস্ট্রেশন দেবার জন্য শিক্ষার্থীদের উপযুক্তভাবে প্রস্তুত করাতে হবে।

**বিশেষ ব্যবস্থা—**জল ও বিদ্যুৎ সরবরাহের ব্যবস্থা ঠিকমত করতে হবে। যেসব মডেলের জন্য বিদ্যুতের প্রয়োজন, সেগুলিকে কাছাকাছি রাখা যেতে পারে। মেলার সর্বত্র আলোর ব্যবস্থা রাখতে হবে। ভীড় নিয়ন্ত্রণ করবার ব্যবস্থা রাখতে হবে।

**নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা—**মেলার ঘরে অগ্নিনির্বাপক বস্তু এবং প্রাথমিক চিকিৎসার উপকরণ সব সময় প্রস্তুত রাখতে হবে।

(ঘ) **মূল্যায়ন—**মেলার বিভিন্ন সামগ্রীর গুণাগুণ বিচার করবার জন্য বৈজ্ঞানিক জ্ঞানসম্পন্ন অন্ততঃ তিনজন সদস্যবিশিষ্ট একটি বিচারকমণ্ডলী থাকবেন। বিচারকমণ্ডলীতে অন্ততঃ একজন এনজিনিয়ার থাকলে ভাল হয়। বিচারব্যবস্থাকে নৈর্ব্যক্তিক করবার জন্য এবং নম্বরদানের সুবিধার জন্য N. C. E. R. T. নিম্নরূপ ব্যবস্থা অনুমোদন করেছেন। ১০০ নম্বরের মধ্যে বিচার হ'লে—

(i) **বিজ্ঞানধর্মী প্রচেষ্টা (৩০)**—প্রদর্শনীর সামগ্রীতে বিজ্ঞানের তত্ত্ব, ধারণা, বা বৈজ্ঞানিক সূত্রের প্রয়োগ কতখানি করা হয়েছে এবং কিভাবে।

(ii) **মৌলিকতা (২০)**—সামগ্রী-নির্মাণে শিক্ষার্থী কতখানি নিজস্বতার পরিচয় দিয়েছে।

(iii) **প্রযুক্তিমূলক কৌশল, কারিগরী দক্ষতা, পরিপ্রথম (২০)**

(iv) **স্পষ্টতা (১০)**

(v) **নাটকীয় মূল্য (১০)**—জিনিসটি দর্শককে কি পরিমাণে আকৃষ্ট করতে সমর্থ।

(vi) **সাক্ষাৎকার (১০)**—প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে জেনে নিতে হবে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক চিন্তাধারার কতখানি উন্নতি হয়েছে, মডেল-বিষয়ক বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব শিক্ষার্থী কি পরিমাণে আয়ত্ত করেছে।

[ Therber & Collete প্রদর্শনীর সামগ্রীর সামাজিক উপযোগিতার উপর গুরুত্ব দেবার প্রস্তাব করেছেন এবং সেজন্য ৫% নম্বর দিতে বলেছেন ]

(ঘ) **পুরস্কার—**উৎকৃষ্ট প্রতিযোগীদের পুরস্কার দেবার ব্যবস্থা থাকবে। পুরস্কারের মধ্যে থাকতে পারে নগদ অর্থ, বিজ্ঞানের বই, পদক, মানচিত্র, বৃত্তি (scholarship), উচ্চতর শিক্ষাগ্রহণের সুযোগ-সুবিধা বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধ স্থানে ভ্রমণের সুযোগ প্রভৃতি।

### 8.2.6 বিশেষ খেলা (Hobby)

- (১) বিভিন্ন যন্ত্রপাতি, চার্ট, মডেল, নিত্যব্যবহার্য জিনিস প্রস্তুত করা,
- (২) র‍েডিও, মাইক্রোফোন তৈরি করা,
- (৩) ফটো তোলা,
- (৪) নমুনা সংগ্রহ করা,
- (৫) বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধ ও কবিতা লেখা,
- (৬) বিজ্ঞান-বিষয়ক পত্র-পত্রিকা, পুস্তক ও বৈজ্ঞানিকদের জীবনী-পাঠ ইত্যাদি।

### 8.2.7. বিজ্ঞানের ধাঁধা প্রতিযোগিতা (Science Quiz Contest)

॥ ধাঁধা-প্রতিযোগিতা পরিচালনার নিয়ম ॥

(ক) কুইজ কার্ড—এক-একটি কুইজ কার্ডে সাধারণতঃ দু'টি প্রশ্ন থাকে। প্রশ্নগুলির ভাষা সহজ এবং স্পষ্ট হ'য়ে থাকে। প্রশ্নগুলি সাধারণতঃ জ্ঞান অথবা



ধারণামূলক হ'লে থাকে এবং প্রতিটি প্রশ্নের উত্তরের জন্য (সাধারণতঃ) দুই নম্বর ক'রে ধার্য করা হয়। কোন কুইজ প্রতিযোগিতায় পাঁচ থেকে দশটি কার্ড ব্যবহার করা যেতে পারে। প্রয়োজন-অতিরিক্ত দুই-একটি কার্ড রাখতে হয়।

(খ) প্রাতিযোগী দল—এক-একটি প্রাতিযোগিতায় দুইটি দল অংশ গ্রহণ করে। দুইটি দল একই বিদ্যালয়ের অথবা বিভিন্ন বিদ্যালয়ের হ'তে পারে। প্রতি দলে তিন থেকে পাঁচজন শিক্ষার্থী থাকতে পারে।

(গ) প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবার পদ্ধতি—প্রথম কোন দলকে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে সেটা টস (Toss) ক'রে ঠিক করা যেতে পারে। একটি কার্ড নিয়ে প্রথম প্রশ্নটি প্রথম দলকে জিজ্ঞাসা করতে হয়। দলটির যে-কেউ নির্দিষ্ট সময়ের (৪-১৫ সেকেন্ড) মধ্যে উত্তর দিতে পারলে দলটি পুরো নম্বর পাবে। তারপর দ্বিতীয় প্রশ্নটি দ্বিতীয় দলকে জিজ্ঞাসা করতে হয়। উত্তর দিতে পারলে তারাও পুরো নম্বর পাবে। এইভাবে একই ক্রমে বিভিন্ন কার্ডের প্রশ্নগুলি জিজ্ঞাসা করা হ'লে থাকে। কোন দলের জন্য নির্দিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দলের কেউই নির্দিষ্ট সময়ে না দিতে পারলে ঐ প্রশ্নের জন্য তারা কোন নম্বর পাবে না এবং তখন ঐ প্রশ্নটির উত্তর দেবার জন্য অপর দলকে সুযোগ দেওয়া হয়। অপর দল উত্তর দিতে পারলে অর্ধেক নম্বর পাবে। কোন প্রশ্ন নিয়ে অসুবিধা দেখা দিলে অতিরিক্ত কার্ড ব্যবহার করা যেতে পারে।

(ঘ) শিক্ষকের কর্তব্য—প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে প্রাতিযোগিতা শেষ হ'লে কুইজের শিক্ষাগত মূল্য বিশেষ কিছু থাকে না। তাই প্রাতিযোগীরা প্রশ্নের উত্তর দিতে পারলে অথবা না পারলেও শিক্ষক সহজ ভাষায় সংক্ষেপে প্রশ্নের অন্তর্গত বিষয়বস্তুর গুরুত্ব, ব্যাখ্যা, ইতিহাস ইত্যাদি যেখানে যেমন প্রয়োজন বুঝিয়ে বলবেন। এর ফলে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান-বিষয়ে আগ্রহী হ'লে উঠবে।

(ঙ) ফলাফল—যে দল বেশী নম্বর পাবে, তাদের বিজয়ী ব'লে ঘোষণা করা হবে। যে শিক্ষার্থী ব্যক্তিগতভাবে সবচেয়ে বেশী প্রশ্নের উত্তর দিয়েছে তার নাম ঘোষণা করতে হবে।

॥ ধাঁধাঁ-প্রতিযোগিতার শিক্ষাগত মূল্য ॥

শিক্ষার্থী পাঠ্যপুস্তক ছাড়াও জ্ঞান-বিজ্ঞানের বিভিন্ন বই, সংবাদপত্র এবং বিজ্ঞানের ম্যাগাজিন পড়বে। এইভাবে তার পুস্তকপাঠের অভ্যাস বৃদ্ধি পাবে। শিক্ষকের আলোচনায় অনুপ্রাণিত হ'লে সে বিজ্ঞান-বিষয়ে আগ্রহী হ'লে উঠবে ইত্যাদি।

### 8.2.8. বিতর্কসভা Debate

এক বা একাধিক বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীরা অথবা বিজ্ঞান-সভার সদস্যরা বিজ্ঞানের কোন আকর্ষণীয় বিষয় বা সাম্প্রতিক কোন আবিষ্কার নিয়ে বিতর্ক-সভার আয়োজন করতে পারে; যেমন—“পারমাণবিক শক্তি মানুষের কাছে আশীর্বাদ”, “মহাকাশ অভিযান

দারিদ্র্যের মধ্যে বিলাসিতা মাত্র” ইত্যাদি। প্রস্তাবের (motion) পক্ষে এবং বিপক্ষে সমান সংখ্যক শিক্ষার্থী ভোগদান করবে। প্রত্যেককে বলবার জন্য ৫—৬ মিনিট সময় দেওয়া হবে। একজন পক্ষে বলবার পর আর একজনকে বিপক্ষে বলবার সুযোগ দিতে হবে। উভয়পক্ষের প্রথম বক্তাদের অপেক্ষাকৃত একটু বেশী সময় দিতে হবে। বিতর্কের শেষে বিজ্ঞান-শিক্ষক শিক্ষার্থীদের বক্তব্যের ভিত্তিতে নিজের মতামত প্রকাশ করবেন। এই প্রসঙ্গে পক্ষে এবং বিপক্ষে প্রের্ত বক্তাদের নাম ঘোষণা করা যেতে পারে এবং সভার মত গ্রহণ করা যেতে পারে।

মূল্যায়ন—প্রত্যেকটি শিক্ষার্থীর বক্তব্যকে মূল্যায়ন করা যেতে পারে নম্বরের ভিত্তিতে। নম্বর-বন্টনের একটি উপায় নীচে দেখানো হ’ল এবং প্রয়োজনে আমূল সংশোধন করা নেওয়া যেতে পারে।

### পূর্ণমান—৫০

● বক্তব্যের বিষয়বস্তু (Subject Matter)	—	১৫
● বিষয়বস্তুর বিন্যাস (Arrangement of Subject matter)—		৫
● বর্ণনার স্পষ্টতা (Clarity of Exposition)	—	১০
● বলবার গতি (Speed of Eloquence)	—	৫
● বাক্ভঙ্গীতে নাটকীয়তা (Dramatic Expression)	—	৫
● উপকরণ ব্যবহার (Aids Used)	—	১০

[ বক্তব্যের সমর্থনে চার্ট, ডায়াগ্রাম, চিত্র, তথ্য, তালিকা মডেল ইত্যাদি দেখানো যেতে পারে ]

---

 ৫০

### 8.2.9. বিজ্ঞান-পত্রিকা Science Magazine

সহ-পাঠক্রমিক কাজ হিসাবে বিজ্ঞান-শিক্ষায় “বিজ্ঞান-পত্রিকার” একটি গুরুত্বপূর্ণ স্থান আছে। শিক্ষার্থী প্রেরণীতে বিজ্ঞান-বিষয়ক যে জ্ঞান বা ধারণা লাভ করে, বিজ্ঞান-সমিতি বা মেলা পরিচালনায় যে নতুন অভিজ্ঞতার সম্মুখীন হয়, বিজ্ঞান-লাইব্রেরীতে বিজ্ঞানধর্মী পুস্তক-পাঠে যে জ্ঞান অর্জন করে, দৈনন্দিন অভিজ্ঞতায় বিজ্ঞানের যে প্রভাব সে অবিরত অনুভব করে, সেগুণি সে সাহিত্যরূপে বিজ্ঞান-পত্রিকায় প্রকাশ করতে পারে।

বিদ্যালয়-বিজ্ঞান-পত্রিকার বৈশিষ্ট্য—শিক্ষার্থী নিম্নলিখিত বিষয়গুলি নিয়ে বিজ্ঞান-পত্রিকায় লিখতে পারে, যেমন—

- বৈজ্ঞানিকদের কর্মজীবন ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী
- দৈনন্দিন জীবনে বিজ্ঞানের প্রয়োগ

- বিজ্ঞানধর্মী কথোপকথন (Dialogue)
- বিজ্ঞানধর্মী মজার গল্প
- বিজ্ঞানধর্মী হাস্যরস
- বিজ্ঞানধর্মী কাবিতা
- নিজ উপায়ে যন্ত্রপাতি নির্মাণের বিবরণ
- নতুন কোণে কোন পরীক্ষা সম্পাদন করবার পদ্ধতি
- বিজ্ঞান-বিষয়ক নকশা, চার্ট, ছবি
- প্রজ্ঞেয়ধর্মী কাজের বিবরণ
- নতুন নতুন আবিষ্কার সম্পর্কে তথ্য পরিবেশন ইত্যাদি।

বিজ্ঞান-পত্রিকা পরিচালনা—অধিকাংশ বিদ্যালয়ের পক্ষে মৃদুদ্রিত বিজ্ঞান-পত্রিকা বের করা সম্ভব নয়। সেক্ষেত্রে উপায় পাঁচটি—

● বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান-বিষয়ক দেওয়াল-পত্রিকা বের করতে পারে— এই দেওয়াল-পত্রিকা ত্রৈমাসিক বা ষাণ্মাসিক হ'তে পারে।

● বিদ্যালয়ের সাধারণ পত্রিকায় বিজ্ঞান-বিষয়ক রচনার জন্য অধিক সন্যোগ দেওয়া যেতে পারে।

● একাধিক প্রতিবেশী-বিদ্যালয় মিলে ত্রৈমাসিক বা ষাণ্মাসিক মৃদুদ্রিত বিজ্ঞান-পত্রিকা প্রকাশ করা যেতে পারে।

● বার্ষিক মেলায় সময় বিজ্ঞান পত্রিকা প্রকাশ করা যেতে পারে।

● সরকারী সাহায্য নিয়ে ব্লক, মহকুমা বা জেলাস্তরে বিজ্ঞান-পত্রিকা প্রকাশ করা যেতে পারে।

বিজ্ঞান-পত্রিকায় বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষার্থীদের ভূমিকা থাকবে বেশী। কয়েকটি বিদ্যালয় মিলে যখন বিজ্ঞান-পত্রিকা প্রকাশ করবে তখন বিজ্ঞান-শিক্ষকগণ উপদেষ্টা এবং সংযোগ-রক্ষাকারীর ভূমিকা নিলেও চলবে। আরও বৃহৎ আকারে বিজ্ঞান-পত্রিকা প্রকাশ করলে প্রাতিতযশা বৈজ্ঞানিক ও এনার্জিনিয়ার ব্যক্তিদের সহযোগিতা আহ্বান করা দরকার। বিজ্ঞান-পত্রিকায় ছাত্রদের প্রবন্ধের পাশাপাশি এঁদের দৃষ্টি-একটি প্রবন্ধ থাকবে আদর্শ হিসেবে।

বিদ্যালয়-শিক্ষার্থীদের জন্য আদর্শ বিজ্ঞান-পত্রিকা—শিক্ষার্থীদের নিয়মিত বিজ্ঞান-পত্রিকা পড়তে হবে। তবে কিশোরপাঠ্য বিজ্ঞান-পত্রিকা দেশে খুব কমই আছে। বেগুনি আছে, অনেক উচ্চমানের এবং ইংরাজীতে লেখা; যেমন—“Science Reporter”, “Science Today” এবং ১১-১২ শ্রেণীর ছাত্রদের জন্য “Junior Scientist Digest” ইত্যাদি। বঙ্গীয় বিজ্ঞান-পরিষদ প্রকাশিত “জ্ঞান-বিজ্ঞান” বাংলায় লেখা এবং এতে কিশোর বিজ্ঞানীদের দপ্তর আছে। “দেশ” পত্রিকা এবং কিশোরপাঠ্য “শুদ্ধতারা” ইত্যাদিতেও নিয়মিত বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়। প্রকৃতপক্ষে পশ্চিম বাংলায় সাহিত্য-পত্রিকা প্রকাশের যে পরিমাণ প্রচেষ্টা আছে,

তার শতকরা কুড়িভাগ বিজ্ঞান-পত্রিকা প্রকাশের জন্য গ্রহণ করলে বিজ্ঞান অনেক জনপ্রিয় হয়ে উঠতে পারত।

বিজ্ঞান-পত্রিকা পরিচালনার শিক্ষাগত মূল্য—

● শিক্ষার্থী নিজের উদ্যোগে পাঠ্যপুস্তক ছাড়াও অন্যান্য বই, পত্রিকা ইত্যাদি পড়বে, বিভিন্ন সংবাদ সংগ্রহ করবে। ফলে, শিক্ষার্থীর আগ্রহ বৃদ্ধি পাবে।

● শিক্ষার্থী তার সুচিন্তিত মতবাদ প্রকাশ করবার জন্য শ্রেণীর পাঠ, পরীক্ষাগারের পরীক্ষা নৈপুণ্যের সঙ্গে অনুধাবন করবে। ফলে, শিক্ষার্থীর ধারণা এবং পর্যবেক্ষণক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে।

● শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠবে।

● অবসর সময়ের উপযুক্ত ব্যবহার শিখবে।

● সর্বশেষ, তার স্বজন-প্রতিভার বিকাশ ঘটবে।

বিজ্ঞান-পত্রিকার কুফল—বিনা পরিকল্পনায় কোন কাজ করলে জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে যে কুফল দেখা যায়, বিজ্ঞান-পত্রিকাতেও তাই দেখা দেবে। শিক্ষক ঠিকমত পরিচালনা না করলে শিক্ষার্থীরা অধিকাংশ সময়ে ভ্রান্ত তথ্য সংগ্রহ ও প্রকাশ করবে। বিদ্যালয়ের শিক্ষার্থীরা অনুকরণপ্রিয়। সেজন্য অনেক সময় তারা অন্য কারও প্রবন্ধ নকল করে প্রকাশ করতে পারে এবং নিজস্ব চিন্তাশক্তি হারিয়ে ফেলতে পারে। বিজ্ঞান-শিক্ষকের উপযুক্ত নেতৃত্ব না থাকলে বিজ্ঞান-পত্রিকা জ্ঞানের আন্তিকুড় হয়ে উঠতে পারে।

## 8. 2. 10. বিজ্ঞান পাঠাগার ( Science Library )

বিজ্ঞান-পাঠাগার পরিচালনা—বিজ্ঞান-শিক্ষার পুস্তক পাঠের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য। বিজ্ঞানের বইগুলো সাধারণ পাঠাগারে না রেখে বিজ্ঞান-শিক্ষকের অধীনে রেখে বিজ্ঞান-লাইব্রেরী তৈরি করা যেতে পারে। বিজ্ঞানের পরীক্ষাগারের আলোচনায় বলা হয়েছে বইগুলি পরীক্ষাগারে শিক্ষকের প্রদর্শনী টেবিলের কাছে কোন আলমারীতে রাখা যেতে পারে। বইগুলি কাঁচের আলমারীতে রাখাই বাঞ্ছনীয় যাতে ছাত্ররা বুঝতে পারে কোন কোন বই লাইব্রেরীতে আছে। সামান্যতম আগ্রহ দেখালেই শিক্ষার্থীরা যাতে বই পেতে পারে, তার ব্যবস্থা থাকা দরকার। বই কিভাবে কাজে লাগানো যেতে পারে তার ব্যবহারিক প্রশিক্ষণ শিক্ষক শিক্ষার্থীদের দেবেন। কোন আলোচনা মারফৎ কোন প্রশ্ন উত্থাপিত হলে তার উত্তর জানা সত্ত্বেও শিক্ষক পাঠাগার থেকে বই নিয়ে উত্তরটি অনুসন্ধান করে ছাত্রদের বলতে পারেন—এর উদ্দেশ্য হ'ল কিভাবে প্রয়োজনে বই কাজে লাগানো যায়, সেটা দাঁত খেয়ে দেওয়া। বিজ্ঞান-পাঠাগারের দায়িত্ব বিজ্ঞান শিক্ষকের উপর ন্যস্ত থাকা উচিত। তাকে সাহায্য করবার জন্য একাধিক ছাত্র-প্রতিনিধি নিযুক্ত করা যেতে পারে।



বিজ্ঞান-পাঠ্যগারের প্রয়োজনীয় পুস্তকাবলী—বিজ্ঞান-পাঠ্যগারে বিভিন্ন ধরনের বই থাকা দরকার, যেমন—

(ক) উৎসাহমূলক বই (Inspirational Books)—এর মধ্যে আছে, বিজ্ঞান-ধর্মী সাহিত্যপুস্তক, কল্প বিজ্ঞান (Science Fiction), বৈজ্ঞানিকের জীবনী, বিজ্ঞানে আবিষ্কারের ইতিহাস, স্বল্প প্রচেষ্টায় যন্ত্রপাতি নির্মাণ ও পরীক্ষা কৌশল ইত্যাদি।

(খ) উচ্চতর শিক্ষামূলক পুস্তক (Reference Books)

(গ) বিজ্ঞান সাময়িকী (Science Journal)

(ঘ) বিজ্ঞান বিষয়ক অনুমোদিত বিভিন্ন পাঠ্যপুস্তক

(ঙ) বিজ্ঞানের অভিধান (Science Encyclopaedia)

(চ) প্রযুক্তিমূলক বিজ্ঞানের বই ইত্যাদি (Books of Applied Science)

বিজ্ঞান-পাঠ্যগার ব্যবহারের শিক্ষাগত মূল্য

(১) বিজ্ঞান পাঠে আগ্রহ সৃষ্টি করে—কোন সমস্যা-সমাধানের জন্য বিতর্ক ও আলোচনা সভায় যোগদান করবার জন্য বিজ্ঞান পত্রিকায় প্রবন্ধ লিখতে, উপস্থিতমত যন্ত্রপাতি নির্মাণ করতে কিংবা কোন প্রশ্নের উন্নত ধরনের উত্তর লেখবার জন্যও শিক্ষার্থীকে পাঠ্যগারের বই পড়তে হয়।

(২) শ্রেণীর শিক্ষাকার্যকে সম্পূর্ণতা দান করে—শ্রেণীর সীমিত সময়ে শিক্ষক যে পাঠ দান করেন তাতে সব শিক্ষার্থী সমভাবে উপকৃত হয় না এবং সমস্ত আলোচনা সম্পূর্ণভাবে করা সম্ভব হয় না। সুতরাং শ্রেণীর শিক্ষাকে সম্পূর্ণ করে তুলতে হ'লে শিক্ষার্থীকে পাঠ্যগারের পুস্তকের সাহায্য নেওয়া প্রয়োজন। শিক্ষার্থী পাঠ্যগারে গিয়ে—

(ক) সূচীপত্র দেখে জ্ঞাতব্য বিষয়গুলি পুস্তক দেখে জেনে নেয়, ছবি আঁকে, নোট নেয়।

(খ) প্রশ্নের উত্তর লেখে, গ্রাফ-চার্টগুলির ব্যাখ্যা লেখে, গুরুত্বপূর্ণ অংশগুলি চিহ্নিত করে, নতুন প্রতীক বা শব্দের সঙ্গে পরিচিত হয়, সারাংশ লেখে।

(৩) শিক্ষার্থীর পাঠ্যভ্যাস গড়ে ওঠে—পাঠ্যগারের পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর পাঠ্যভ্যাস গড়ে ওঠে। গতিশীল বিজ্ঞানের সাথে যোগাযোগ গড়ে তোলবার জন্য শিক্ষার্থী প্রতিদিন পাঠ্যগারে এসে জ্ঞান-বিজ্ঞানের বিভিন্ন পত্র-পত্রিকা পাঠ করবার সুযোগ পায়। এইভাবে শিক্ষার্থীর পাঠ্যভ্যাস গড়ে উঠতে পারে। ছাত্রজীবনে পুস্তক পাঠের অভ্যাস একবার গড়ে উঠলে তা সারা জীবন স্থায়ী হয়ে যেতে পারে।

(৪) অবসর বিনোদনে সাহায্য করে—পাঠ্যগারের পুস্তকপাঠে শিক্ষার্থী তার অবসর বিনোদন করতে পারে।

আজকের যুগ বিজ্ঞানের যুগ। রকেটের সঙ্গে সমান তালে এগিয়ে চলেছে বিজ্ঞানের জ্ঞান। সমাজ এবং সভ্যতার উপর বিজ্ঞানের প্রত্যক্ষ প্রভাবের ফলে মানুষও আজ বিজ্ঞান-সচেতন হয়ে উঠেছে। আজকের বিজ্ঞান-শিক্ষা সেজন্য স্বাভাবিকভাবেই পুঁথির মধ্যে সীমাবদ্ধ নয়। দেশে এবং বিদেশে বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্য নতুন নতুন পদ্ধতি আবিষ্কৃত হচ্ছে এবং সেই পদ্ধতিগুলি নিয়ে ব্যাপকভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে। এই অবস্থায় বিজ্ঞান-শিক্ষকের দায়িত্ব এবং কর্তব্য বিদ্যালয়ের অন্যান্য শিক্ষকের তুলনায় বহুগুণে বৃদ্ধি পেয়েছে। আদর্শ শিক্ষক হিসেবে বিজ্ঞান-শিক্ষকের আজ শূন্য বিষয়গত জ্ঞান থাকলেই চলবে না, তার সঙ্গে থাকতে হবে আরও অনেক গুণ বা বৈশিষ্ট্য।

### 9.1. বিজ্ঞান-শিক্ষকের দায়িত্ব ও কর্তব্য

( বা বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষকের ভূমিকা )

(Role of a Science Teacher)

একজন বিজ্ঞান-শিক্ষককে সাধারণ শিক্ষক হিসাবে বিভিন্ন ভূমিকা পালন করা ছাড়া বিজ্ঞান-শিক্ষক হিসাবে যে ভূমিকাগুলি প্রধানতঃ পালন করতে হয় সেগুলি হ'ল—

✓(ক) বিজ্ঞানের বিষয়গত মূল্য, বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ও পাঠ্যক্রম সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।

✓(খ) বিজ্ঞানে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি করা, অনুসন্ধানমূলক কাজ ও সমস্যা-সমাধানে শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করা ও সাহায্য করা।

✓(গ) বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের মধ্যে সুস্পষ্ট ধারণা সৃষ্টি করা।

✓(ঘ) শ্রেণীর শিক্ষাকে সফল করবার জন্য দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর প্রদীপন ব্যবহার করা।

✓(ঙ) পরীক্ষাগারের কাজে শিক্ষার্থীদের প্রশিক্ষণ দেওয়া ও সাহায্য করা।

✓(চ) সহ-পাঠ্যক্রমিক কার্যাবলীতে শিক্ষার্থীদের সহায়তা করা।

✓(ছ) পরীক্ষাগার ও বিজ্ঞানের পাঠ্যগার পরিচালনা করা।

✓(জ) বিজ্ঞান-শিক্ষায় নতুন নতুন পদ্ধতি ব্যবহার এবং পরিকল্পিত শিক্ষাদানের জন্য পাঠ পরিকল্পনা করা।

- (৮) শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানধর্মী কাজের মূল্যায়ন এবং মূল্যায়নের ভিত্তিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ও পদ্ধতি সংস্কার করা।
- (৯) বিজ্ঞানের অগ্রগতি সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।
- (১০) বিজ্ঞান পাঠের সদুযোগ-সুবিধা সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।

## ৭.২. বিজ্ঞান-শিক্ষকের বৈশিষ্ট্য

বিজ্ঞান-শিক্ষকের বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রধানতঃ দু'ভাগে ভাগ করা যায়—

- (১) সাধারণ শিক্ষক হিসেবে বৈশিষ্ট্য
- (২) বিজ্ঞান-শিক্ষক হিসেবে বিশেষ বৈশিষ্ট্য

**সাধারণ বৈশিষ্ট্য**—একজন আদর্শ বিজ্ঞান-শিক্ষক দেশের সামাজিক, অর্থনৈতিক ও কৃষ্টিগত বৈশিষ্ট্যগুলি জানবেন। তিনি গণতান্ত্রিক মনোভাবাপন্ন হবেন। বৃদ্ধির প্রতি তাঁর আস্থা থাকবে এবং শিক্ষা দিতে তিনি আনন্দ অনুভব করবেন। সমসাময়িক জ্ঞান-বিজ্ঞানের সঙ্গে তাঁর পরিচয় থাকবে। তাঁর প্রকাশভঙ্গী সুন্দর হবে। নতুন পদ্ধতি আবিষ্কারে ও ব্যবহারে তাঁর আগ্রহ থাকবে। তাঁর বিষয়গত জ্ঞান থাকবে এবং শিক্ষার উদ্দেশ্য সম্পর্কে সচেতনতা থাকবে। তিনি শিক্ষা-প্রদীপন ব্যবহারে, শিক্ষাগত মূল্যায়নে ও সহ-পাঠক্রমিক কাজ পরিচালনায় দক্ষ হবেন। শিশুমনস্তত্ত্ব সম্পর্কে তাঁর জ্ঞান থাকবে। এছাড়াও থাকবে তাঁর আকর্ষণীয় ব্যক্তিত্ব, শিক্ষার্থীর প্রতি ভালবাসা, পশ্চাৎপদ শিক্ষার্থী সম্পর্কে সচেতনতা, তথ্য-পরিবেশনে সততা ইত্যাদি। এক কথায়, একজন আদর্শস্থানীয় বিজ্ঞান-শিক্ষক শিশুকেন্দ্রিক শিক্ষা-ব্যবস্থা সম্পর্কে আভিজ্ঞ এবং দক্ষ হবেন; শিক্ষা-পরিকল্পনায়, নির্দেশনায়, মূল্যায়নেও বৃদ্ধিগত সফলতার বিষয়ে সজ্জীল হবেন এবং কাজের মাধ্যমে দেশকে এগিয়ে নিয়ে যাবার চেষ্টা করবেন।

## ৥ বিজ্ঞান-শিক্ষকের বিশেষ বৈশিষ্ট্য

- ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষকের উচ্চমানের শিক্ষাগত যোগ্যতা থাকবে ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষকের শিক্ষাগত যোগ্যতা অম্যান্য বিষয় শিক্ষকের তুলনায় অধিক হওয়া প্রয়োজন। বিজ্ঞান-শিক্ষকের ন্যূনতম শিক্ষাগত যোগ্যতা যদিও B. Sc. অধিকাংশ রাজ্যে অনাস-সহ B. Sc. অথবা M. Sc. উত্তীর্ণ প্রার্থীকেই নিয়োগের ক্ষেত্রে অধিকতর গুরুত্ব দেওয়া হয়। উচ্চতর শিক্ষাগত যোগ্যতাসম্পন্ন শিক্ষকদের জন্য উচ্চতর বেতন হারের ব্যবস্থাও রয়েছে।

- বিজ্ঞান-শিক্ষকের আধুনিক বিজ্ঞান-শিক্ষা-পদ্ধতি ও শিক্ষা-ব্যবস্থা সম্পর্কে প্রশিক্ষণ থাকবে ॥

বর্ত্তা দিয়ে বিজ্ঞান শেখানোর পদ্ধতি আজ অচল। এখনকার দিনে বিজ্ঞান শিক্ষা

দিতে গেলে শিক্ষককে আধুনিক বিজ্ঞান শিক্ষাপদ্ধতি ও শিক্ষা-ব্যবস্থা সম্পর্কিত নিম্নলিখিত প্রশিক্ষণ নিতে হবে।

(ক) শিক্ষার্থীর ব্যক্তি-স্বাভাব্য ও চাহিদা অনুযায়ী শিক্ষাদান—শিক্ষার্থী তার ব্যক্তি-স্বাভাব্য অনুযায়ী বিভিন্নভাবে শিক্ষালাভ করে থাকে। আবার বয়োবৃদ্ধির সাথে সাথে শিক্ষার্থীর চাহিদার পরিবর্তন ঘটে এবং সেই সাথে শিখন প্রক্রিয়ার পরিবর্তন ঘটে। সুতরাং শিক্ষার্থীর ব্যক্তি-স্বাভাব্য ও চাহিদা অনুযায়ী বিজ্ঞান-শিক্ষাদানের প্রশিক্ষণ শিক্ষকের থাকা উচিত।

(খ) বিজ্ঞানে আবিষ্কার ও অনুসন্ধানের আগ্রহ সৃষ্টি—বিজ্ঞান-শিক্ষণের প্রেরণা পদ্ধতি হ'ল শিক্ষণীয় বিষয়কে সমস্যার আকারে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপিত করা এবং সমস্যা-সমাধানে তাদের উৎসাহিত করা। এছাড়া পরিবেশকে জানা এবং পরিবেশ সম্পর্কে কৌতূহলী মনোভাব জাগিয়ে তোলাও বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি উদ্দেশ্য। শিক্ষকের এ ব্যাপারে বিশেষ প্রশিক্ষণ থাকা উচিত।

(গ) শিক্ষামূলক প্রদীপন ব্যবহার—উপযুক্ত শিক্ষামূলক প্রদীপন ব্যবহারে বিজ্ঞান-শিক্ষা শিক্ষার্থীদের নিকট আকর্ষণীয় হয়ে উঠে। তাছাড়া বিষয় সম্পর্কে শিক্ষার্থীর ধারণাও স্পষ্ট হয়। সেজন্য বিজ্ঞান-শিক্ষায় উপযুক্ত প্রদীপন উপযুক্ত উপায়ে ব্যবহারের প্রশিক্ষণ শিক্ষকের থাকা উচিত। প্রয়োজনে তিনি যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা-সহায়ক প্রদীপন নির্মাণ করবেন।

(ঘ) সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী—শুধু শ্রেণীর শিক্ষাতেই বিজ্ঞান-শিক্ষা সম্পূর্ণ হয় না। এর জন্য শ্রেণীর বাইরে বিভিন্ন সহ-পাঠক্রমিক কাজের মধ্য দিয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবস্থা করতে হয়—যেমন বহির্ভ্রমণ, বিজ্ঞান সমিতি পরিচালনা ইত্যাদি। এ ব্যাপারেও শিক্ষকের যথেষ্ট উৎসাহ ও দক্ষতা থাকা প্রয়োজন।

(ঙ) বিজ্ঞানে মূল্যায়ন পদ্ধতি—শিক্ষার্থী শ্রেণী এবং শ্রেণীর বাইরে নানা উপায়ে বিজ্ঞান শেখে। বিজ্ঞান শিক্ষার ফলে তার বিভিন্ন আচরণগত পরিবর্তন ঘটে। পরিবর্তনগুলি পরিমাপের জন্য শিক্ষকের মূল্যায়ন পদ্ধতি সম্পর্কিত অভিজ্ঞতা থাকা উচিত।

(চ) নতুন পদ্ধতি ব্যবহার—শ্রেণী শিক্ষায় ও পরীক্ষাগারে নতুন পদ্ধতি ব্যবহারের কৌশলগুলি সম্পর্কে শিক্ষকের উপযুক্ত প্রশিক্ষণ থাকবে।

● ৥ বিজ্ঞান-শিক্ষকের সাংগঠনিক ক্ষমতা থাকবে ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষকের একটি বড় দায়িত্ব হ'ল পরীক্ষাগার পরিচালনা করা। এই দায়িত্বের দিক থেকে তিনি বিদ্যালয়ের অন্যান্য শিক্ষক থেকে অনেকাংশে স্বতন্ত্র। পরীক্ষাগার-পরিকল্পনা, উপকরণ ও যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ, শিক্ষার্থীদের সঙ্গে সক্রিয় সহযোগিতা, নিয়ম-শৃঙ্খলা বজায় রাখা ইত্যাদি সবই তাঁকে করতে হয়। [ বিস্মৃত আলোচনার জন্য পরীক্ষাগার পদ্ধতি দেখুন ]। বিজ্ঞানের সহ-পাঠক্রমিক কাজেও তাঁকে



অনুরূপ সাংগঠনিক ক্ষমতার পরিচয় দিতে হয়। সুতরাং বিজ্ঞান-শিক্ষকের সাংগঠনিক ক্ষমতা থাকা একান্তভাবে প্রয়োজন।

● বিজ্ঞান-শিক্ষককে পরিশ্রমী, কষ্টসহিষ্ণু ও দৃঢ়সংকল্প হতে হবে ॥

পরীক্ষাগার পরিচালনা বা সহ-পাঠক্রমিক কাজ পরিচালনা খুবই শ্রমসাপেক্ষ কাজ। বিজ্ঞান-শিক্ষক কষ্টসহিষ্ণু ও দৃঢ়সংকল্প না হ'লে তিনি শিক্ষার্থীদের উপযুক্ত প্রশিক্ষণ দিতে ব্যর্থ হবেন।

● বিজ্ঞান-শিক্ষক বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী-সম্পন্ন হবেন ॥

বিজ্ঞান-শিক্ষকের অন্যতম উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি করা। এজন্য শিক্ষক নিজেও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী-সম্পন্ন হবেন। তিনি আন্তরিক সততা, নিয়মানুবর্তিতা, কর্মদক্ষতা, আত্মবিশ্বাস ও সংস্কারমুক্ত মনের অধিকারী হবেন। তিনি স্বাধীনচেতা, কৌতুহলী ও ধৈর্যশীল হবেন। এক কথায়, তিনি নিখুঁত পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতার অধিকারী হবেন এবং পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের উপর অধিক গুরুত্ব দেবেন।

বিদ্যালয়ের পাঠ্য-পুস্তক এবং নিজের ছাত্রজীবনের বইগুলি পড়লেই বিজ্ঞান-শিক্ষকের চলবে না।

(ক) তাঁকে সাম্প্রতিক ম্যাগাজিন, জার্নাল, জনপ্রিয় বিজ্ঞান-পুস্তক, বিজ্ঞানের ইতিহাস, বিজ্ঞান-বিষয়ক গল্প ইত্যাদি পড়তে হবে।

(খ) বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করে তোলাবার জন্য বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধ, গল্প লিখতে এবং প্রকাশ করতে হবে।

(গ) বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধ স্থানে ভ্রমণ করতে হবে।

(ঘ) বিজ্ঞান-শিক্ষকদের সম্মেলন ও সর্মিতিতে যোগ দিতে হবে।

(ঙ) বিভিন্ন স্তরের বিজ্ঞান-শিক্ষকদের সঙ্গে যোগাযোগ রাখতে হবে এবং তাঁদের সঙ্গে এক যোগে শিক্ষামূলক কাজে অংশগ্রহণ করতে হবে। (চ) উচ্চতর বিজ্ঞান পাঠ করতে হবে এবং বিজ্ঞান-গবেষণা ও বিজ্ঞান শিক্ষা-বিষয়ক গবেষণায় আত্মনিয়োগ করতে হবে। এছাড়া তিনি গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাশিবির, রিফ্রেশার কোর্স (Refresher Course), বৃত্তা ও আলোচনা-সভায় যোগদান করবেন। বৃত্তিগত সাফল্যের (Professional Enrichment) জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষকের পক্ষে উপরিউক্ত উপায়ে অগ্রসর হওয়া একান্তভাবে কাম্য।

9.3. বিজ্ঞান শিক্ষকের বর্তমান অবস্থা ও

তাঁর বৃত্তিগত মানোন্নয়নের প্রচেষ্টা

বিজ্ঞান শিক্ষকের শিক্ষাগত যোগ্যতা ও বৃত্তিগত মানোন্নয়নের জন্য জাতীয় ও রাজ্যস্তরে অনেক উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়েছে। তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হ'ল—

N. C. E. R. T.-এর অধীনে আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয় স্থাপন—চারিটি আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয়ে (ভুবনেশ্বর, মহাশূনর, আজমীড় এবং ভূপাল) বিজ্ঞান-শিক্ষকদের

বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে প্রশিক্ষণের বিশেষ ব্যবস্থা রয়েছে, তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হ'ল চার বৎসরের একটি শিক্ষাক্রম, B.Sc. (Ed.)। মহাশূর ও ভুবনেশ্বর মহাবিদ্যালয়ে সম্প্রতি M. Sc. (Ed.) শিক্ষাক্রমের ব্যবস্থা হয়েছে।

২২ ৥ গ্রীষ্মকালীন শিক্ষা-ব্যবস্থা ও যোগাযোগমূলক শিক্ষা-ব্যবস্থা (Summer school-cum-correspondence Course) বিজ্ঞান-শিক্ষকদের দ্রুত প্রশিক্ষণ দেবার জন্য চারটি আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয়ে সহযোগমূলক শিক্ষা-ব্যবস্থা প্রচলিত হয় বিগত ১৯৬৬ সাল থেকে। এই প্রশিক্ষণ-কালের স্থায়িত্ব হ'ল ১৪ মাস এবং এই সময়ের মধ্যে পর পর দুটি গ্রীষ্মাবকাশে প্রশিক্ষণার্থীদের মহাবিদ্যালয়ে গিয়ে সরাসরি প্রশিক্ষণ গ্রহণ করতে হয়।

২৩ ৥ গ্রীষ্মকালীন শিক্ষাশিবিরের আয়োজন—বিজ্ঞান-শিক্ষকদের শিক্ষা ও বৃত্তিগত উন্নতির জন্য দেশের বিভিন্ন স্থানে প্রতি বছর গ্রীষ্মকালে শিক্ষা-শিবিরের (Summer Institute) আয়োজন করা হয়ে থাকে। এই সব শিক্ষা-শিবিরে বিজ্ঞানের নতুন নতুন পদ্ধতি ও শিক্ষা উপকরণ ব্যবহার ও উদ্ভাবনের প্রশিক্ষণ দেওয়া হয়।

২৪ ৥ রাজ্যের প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞান-শিক্ষণ-প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা—বিভিন্ন রাজ্যে বিশেষ ক'রে পশ্চিম বাংলায় অধিকাংশ প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করা হয়েছে।

বিজ্ঞান-শিক্ষকের মানোন্নয়নের এই সব প্রচেষ্টা সন্তোষ ও ফল আশানুরূপ হয়েছে কখনই বলা যায় না। অধিকাংশ প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতির উপর গুরুত্ব দেওয়া হয় প্রায় ২০%-এর মত। সেখানে যে প্রশিক্ষণ দেওয়া হয়, তা মূলতঃ তাত্ত্বিক, নতুন পদ্ধতি ব্যবহারের কোন বাস্তব প্রশিক্ষণ সেখানে দেওয়া হয় না। প্রশিক্ষণের সময় শিক্ষণের অনূর্শলন (Practice Teaching) অত্যন্ত কৃত্রিম পরিবেশে সম্পন্ন হয় এবং তার মূল্যায়ন হয় অধিকতর কৃত্রিম পরিবেশে। প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়গুলির বিজ্ঞান-শিক্ষার আয়োজন অনেক ক্ষেত্রে দেখা গেছে সাধারণ বিদ্যালয়ের আয়োজন থেকেও নিকৃষ্ট। এদিকে গ্রীষ্মকালীন শিক্ষা-শিবিরে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের যে প্রশিক্ষণ দেওয়া হয়, তা দেশীয় বিদ্যালয়গুলির ক্ষেত্রে অচল। এখন এই অবস্থার প্রতিকারের উপায় কি?

বিজ্ঞান-শিক্ষকদের উন্নত প্রশিক্ষণ দেবার জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতির উপর ১০০% গুরুত্ব দেওয়া উচিত এবং প্রশিক্ষণের স্থায়িত্বকাল দীর্ঘতর করা উচিত। অস্ট্রেলিয়া ও গ্রেট ব্রিটেনের অনেক বিশ্ববিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার সঙ্গে সঙ্গে বিজ্ঞান-শিক্ষণ-পদ্ধতিও শেখানো হচ্ছে। আমাদের দেশে কুরুক্ষেত্র বিশ্ববিদ্যালয় এবং চারটি আঞ্চলিক মহাবিদ্যালয়ে একই ধরনের চার বছরের এক নিরবচ্ছিন্ন পাঠক্রম (Integrated Course) চালু করা হয়েছে। তবে বিচার ক'রে দেখলে বোঝা যাবে এই সব মহাবিদ্যালয় বা বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞানের প্রশিক্ষণ-ব্যবস্থা বিজ্ঞান-শিক্ষার ক্ষেত্রে কোন

উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন আনতে সমর্থ হইনি। তার কারণ হ'ল, এই ব্যবস্থাও অনেকটা গতানুগতিক। প্রশিক্ষণ-ব্যবস্থাকে কার্যকারী ক'রে তুলতে হ'লে বিজ্ঞান-শিক্ষণের পাঠক্রমেও আমূল পরিবর্তন আনতে হবে। R. Anand এবং V. Sankaran প্রস্তাব দিয়াছেন যে, বিজ্ঞানের পাঠক্রমে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় অন্তর্ভুক্ত করতে হবে, যেমন—

- (১) বিজ্ঞান-শিক্ষণের মতন্তত্ত্ব (Psychology of learning Science)
- (২) বিজ্ঞানের বৈশিষ্ট্য ও দর্শন (Nature and Philosophy of Science)
- (৩) বিজ্ঞানের ইতিহাস (History of Science)
- (৪) গবেষণামূলক পদ্ধতি বিজ্ঞান (Research Methodology) এবং রাশি-বিজ্ঞান (Statistics)
- (৫) বিজ্ঞান-শিক্ষার সাম্প্রতিক সমস্যা (Recent Problems in Science Teaching) ইত্যাদি।

সম্প্রতি N. C. S. M. (National Council of Science Museum) পরিচালিত নেহরু বিজ্ঞান মিউজিয়াম (বোম্বে) এবং বিড়লা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যান্ড টেকনোলজিকাল মিউজিয়াম (কলিকাতা) প্রভৃতি সংস্থা বিজ্ঞান-শিক্ষকদের স্বহস্তে যন্ত্রপাতি নির্মাণে প্রশিক্ষণ দিচ্ছেন। N. C. E. R. T.-এর Central Workshop-ও এই ব্যাপারে উদ্যোগ নিয়েছেন।

বিজ্ঞান শিক্ষকের বর্তমান অবস্থা—বর্তমান অবস্থাকে দু'ভাগে ভাগ করতে পারি : (১) অর্থনৈতিক সুযোগ-সুবিধা এবং (২) কাজের সুযোগ-সুবিধা। ভারত ও পশ্চিমবঙ্গ সরকার আর্থিক দিক থেকে শিক্ষকদের যথেষ্ট আনুকূল্য দোঁখিয়েছেন। এর ফলে অনেক মেধাবী ও পরিশ্রমী বিজ্ঞানের ছাত্র বিজ্ঞান-শিক্ষক হিসাবে যোগদান করবেন ঠিকই। কিন্তু সে অনুপাতে বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার সুযোগ-সুবিধা বৃদ্ধি করা হয়নি। দশম শ্রেণীর বিদ্যালয়গুলিতে পরীক্ষাগারের কাজ, সহ-পাঠ্যক্রমিক কাজ, শ্রেণীকক্ষে পাঠ পরিচালনা, মূল্যায়ন প্রভৃতিতে বিজ্ঞান-শিক্ষককে পূর্বে যে অসুবিধা ভোগ করতে হ'ত এখন প্রায় তাই-ই করতে হয়। পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে, বিজ্ঞান শিক্ষকদের প্রশিক্ষণের গুণগত উৎকর্ষ বিশেষ কিছু পরিবর্তিত হয়নি। ফলে বিজ্ঞান-শিক্ষক এখনও হতাশার মধ্যেই রয়ে গেছেন।

#### ৭. ৪. মাধ্যমিক বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষাদানে শিক্ষকের অসুবিধা

প্রথম অধ্যায়ের শেষের দিকে ভারত তথা বাংলায় বিজ্ঞান-শিক্ষার দুটি আলোচনা করা হয়েছে। এই চর্চাগুলির পরিপ্রেক্ষিতে আমরা বলতে পারি মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষককে নিম্নলিখিত অসুবিধা ভোগ করতে হয়।

- (১) ছাত্রসংখ্যাজনিত অসুবিধা—শ্রেণীতে ছাত্রসংখ্যা মাত্রাধিক। সেখানে

ব্যক্তিগতভাবে ও চাহিদা অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের পাঠদানে শিক্ষক অসুবিধা ভোগ করেন।

(২) পরীক্ষাগার ও যন্ত্রপাতির অভাব—উপযুক্ত পরীক্ষাগার ও যন্ত্রপাতির অভাব অধিকাংশ বিদ্যালয়েই আছে। আবার যন্ত্রপাতি ও পরীক্ষাগার থাকলেও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য কর্তৃপক্ষের কাছ থেকে উপযুক্ত সহযোগিতা বিজ্ঞান-শিক্ষক পান না।

(৩) গ্রন্থাগারের অভাব—বিজ্ঞান-শিক্ষায় পাঠ্য পুস্তকের বাইরেও অনেক বইয়ের দরকার হয়, কিন্তু শিক্ষক গ্রন্থাগারের অভাবে সেই বইগুলি ব্যবহারে বাঁধিত হন।

(৪) সময়ের অভাব—বিজ্ঞানের পাঠক্রম অনুযায়ী পাঠদানের সময় অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত এবং প্রত্যেক বিজ্ঞান-শিক্ষককে দৈনিক গড়ে ৬০টি পিরিয়ড ক্লাশ নিতে হয়। যার ফলে তিনি শ্রেণীতে শিক্ষাদানে বা সহ-পাঠক্রমিক কাজ পরিচালনায় সব সময় সন্নিবিষ্ট করতে পারেন না।

(৫) পাঠক্রমের অসুবিধা—অধিকাংশ ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের পাঠক্রম তান্ত্রিক জ্ঞানসর্বস্ব শিক্ষার্থীর চাহিদা ও সমাজিক পরিবেশ অনুযায়ী রচিত নয়। এই পাঠক্রম অনুযায়ী শিক্ষার্থীর মধ্যে আগ্রহ, দক্ষতা, আবিষ্কার ও অনুসন্ধানের স্পৃহা জাগাতে শিক্ষক ব্যর্থ হন।

(৬) সহপাঠক্রমিক কাজের অসুবিধা—সময় এবং অর্থের অভাবে বিভিন্ন সহ-পাঠক্রমিক কাজ পরিচালনা করা বিজ্ঞান-শিক্ষকের নিকট অসম্ভব হয়ে উঠে।

(৭) বহিঃপরীক্ষানির্ভর শিক্ষাব্যবস্থা—যেহেতু শিক্ষাব্যবস্থা মূলতঃ বহিঃপরীক্ষানির্ভর, সেখানে বহিঃপরীক্ষার জন্য প্রস্তুতি নিতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করতে হয়; শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী পাঠদান করা বিজ্ঞান-শিক্ষকের নিকট গৌণ হয়ে দাঁড়ায়।

(৮) উপযুক্ত প্রশিক্ষণের অভাব—অধিকাংশ বিজ্ঞান-শিক্ষকের বি. এড. ডিগ্রী থাকলেও বিজ্ঞান-শিক্ষার উপযুক্ত প্রশিক্ষণ থাকে না। এর জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষায় অভিনবত্ব আনা তাঁদের পক্ষে অসুবিধাজনক হয়ে দাঁড়ায়।

(৯) উন্নত দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর প্রদর্শন ব্যবহারে অসুবিধা—বিশেষতঃ পল্লী অঞ্চলে যেখানে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই, শিক্ষক ফিল্ম, টি. ভি. ইত্যাদি শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করতে পারেন না।

(১০) উপযুক্ত পাঠ্য পুস্তকের অভাব—অনুমোদিত পাঠ্যপুস্তকগুলিতে উন্নতমানের বিজ্ঞান শিক্ষা সম্পর্কে কোন প্রস্তাব থাকে না, পরীক্ষায় পাস করবার তাগিদে যেন সেগুলি রচিত। এই পাঠ্যপুস্তক অনুযায়ী উন্নত মানের শিক্ষাদান করা শিক্ষকের পক্ষে অসুবিধাজনক।

(১১) বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের অসহযোগিতা—বিজ্ঞান-শিক্ষার আনুপাতিক ব্যয় বেশী বলে অনেক সময় বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ বিজ্ঞানের জন্য উপযুক্ত ব্যয় বহনে অসম্মতি জানান। কর্তৃপক্ষের এই দৃষ্টিভঙ্গীর জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষককে অসুবিধায় পড়তে হয়।



## 9. 5. ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতি ॥ (Science Master's Association)

সম-উদ্দেশ্যসম্পন্ন জনসমিতির সামাজিক বহিঃপ্রকাশকেই বলা হয় সমিতি। বিজ্ঞান-শিক্ষকের কাছেও সমিতির প্রয়োজন আছে। বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক সংস্থা ও বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষক বৃত্তিগত বিষয় এবং বিজ্ঞান-শিক্ষা প্রসঙ্গে মত-বিনিময়ের সুযোগ পেতে পারেন। অনেক সময় এই সব সমিতি ও সংস্থা বিজ্ঞান-শিক্ষকের অভিজ্ঞতার উৎস এবং প্রেরণার কেন্দ্রস্থল হ'য়ে উঠে। শিক্ষক বিদ্যালয়ে বিজ্ঞান-শিক্ষার মানোন্নয়নের জন্য ব্যক্তিগতভাবে চেষ্টা ক'রে থাকেন, কিন্তু তাঁর প্রচেষ্টা আরও বেশী কার্যকরী হবে যদি তিনি সমিতির আদর্শ নিয়ে সেই প্রচেষ্টার অংশগ্রহণ করেন। তাছাড়া একক প্রচেষ্টার মাধ্যমে বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় যতটুকু উন্নতিবিধান করা যায়, তা খুবই সীমিত। বিজ্ঞান-শিক্ষায় ব্যাপক পরিবর্তন আনতে হ'লে সমষ্টিগতভাবে বিজ্ঞান-শিক্ষকদের চেষ্টা করতে হবে এবং সেটা বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির মাধ্যমেই সম্ভব।

প্রসঙ্গতঃ মনে রাখা দরকার, বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির মূখ্য উদ্দেশ্য হ'ল বৃত্তিগত মানোন্নয়ন এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার অগ্রগতির বিভিন্নমুখী প্রচেষ্টা করা এবং সে প্রচেষ্টা করতে হবে শিক্ষকের আদর্শ নিয়ে; দেখতে হবে সমিতি যেন রাজনীতি, ধর্ম, প্রাদেশিকতা অথবা সংকীর্ণতার জিম্মাসিয়াম না হ'য়ে ওঠে। শিক্ষক-সমিতি বিভিন্ন স্তরে থাকলেই অনেক সুবিধা—যেমন ব্লক-স্তরে, জেলা-স্তরে, রাজ্য-স্তরে এবং জাতীয় স্তরে।

॥ সমিতির উদ্দেশ্য ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির মূল উদ্দেশ্য হবে—

- (ক) বিজ্ঞান-শিক্ষার মানোন্নয়ন,
- (খ) জাতীয় সংস্কৃতিতে বিজ্ঞানের ভূমিকা বিষয়ে জনসাধারণের মনে ধারণা জাগিয়ে তোলা,
- (গ) বিজ্ঞান-শিক্ষকদের বৃত্তিগত মানোন্নয়ন করা,
- (ঘ) বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থার গবেষণায় অংশগ্রহণ করা,
- (ঙ) বিজ্ঞান-শিক্ষা সম্পর্কিত বিষয়গুলি সকলের গোচরে আনা।

॥ সমিতির শিক্ষামূলক কাজ ॥

- (ক) বিজ্ঞান-শিক্ষায় ছাত্রদের সক্রিয় অংশগ্রহণে উৎসাহ দেওয়া,
- (খ) বিজ্ঞান-পাঠক্রম সংক্রান্ত গবেষণা ও উন্নয়নে অংশগ্রহণ করা,
- (গ) শিক্ষক, ছাত্র ও জনসাধারণের প্রয়োজনে বিজ্ঞানধর্মী সাহিত্য গড়ে তোলার জন্য বিজ্ঞান পত্রিকা প্রকাশ করা,
- (ঘ) বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রশিক্ষণ বা শিক্ষা-শিবিরে অংশগ্রহণ করা, সেগুলিকে সংগঠিত করা ও মানোন্নয়ন করা,

(ঙ) বিজ্ঞানের প্রতি জনসাধারণকে আগ্রহী ক'রে তোলার জন্য বিজ্ঞান-প্রদর্শনী, বিজ্ঞান-মেলা ছাত্রদের মধ্যে প্রতিযোগিতা প্রভৃতির আয়োজন করা এবং দেশের বিভিন্ন স্থানে বিজ্ঞানকেন্দ্র গড়ে তোলা,

(চ) বিজ্ঞান-শিক্ষায় ব্যবহারের জন্য স্বল্পব্যয়ে যন্ত্রপাতি নির্মাণ করতে এবং শিক্ষা-সংক্রান্ত প্রযুক্তিবিদ্যা গড়ে তুলতে চেষ্টা করা,

(ছ) সমগোষ্ঠীয় অন্যান্য প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে সহযোগিতা করা এবং তাদের কর্মসূচীতে অংশগ্রহণ করা,

(জ) বিজ্ঞান-শিক্ষার মানোন্নয়নের জন্য অন্যান্য কর্মসূচী গ্রহণ করা ইত্যাদি ।

॥ বিদ্যালয় শিক্ষায় সমিতির অবদান ॥

(ক) বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় যেসব উন্নতমানের চার্ট, মডেল ইত্যাদি ব্যবহার করা হয় সেগুলি সম্পর্কে বিজ্ঞান-শিক্ষক, সমিতির আলোচনা ও কাজের মাধ্যমে উপযুক্ত ধারণা গড়ে তুলতে পারেন ।

(খ) বিদ্যালয়ে বিজ্ঞানধর্মী সহ-পাঠক্রমিক কাজ পরিচালনার উপায়গুলি শিক্ষক-সমিতির কাজের মাধ্যমে জেনে নিতে পারেন ।

(গ) সমিতির অভিজ্ঞতাকে কাজে লাগিয়ে শিক্ষক নিজে স্বল্পব্যয়ে যন্ত্রপাতি নির্মাণ ক'রে শ্রেণীকক্ষে ও পরীক্ষাগারে বিজ্ঞান-শিক্ষায় ব্যবহার করতে পারেন ।

(ঘ) বিজ্ঞান-শিক্ষক সমিতির মাধ্যমে বিজ্ঞানধর্মী বিভিন্ন উৎকৃষ্ট মানের পাঠ্যপুস্তকের সঙ্গে পরিচিত হ'তে পারেন । সেই বইগুলি সংগ্রহ ক'রে তিনি নিজে পড়তে পারেন এবং রেফারেন্স হিসাবে ছাত্রদের পড়তে বলতে পারেন ।

(ঙ) শিক্ষক-সমিতির মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষক নতুন শিক্ষা-পদ্ধতির সঙ্গে পরিচিত হ'তে পারেন এবং এই পদ্ধতি তিনি শ্রেণী-শিক্ষায় ব্যবহার করতে পারেন ।

(চ) শিক্ষক তাঁর বিজ্ঞান-বিষয়ক অভিজ্ঞতাগুলি ছাত্রদের সামনে উল্লেখ ক'রে বিজ্ঞানের প্রতি তাদের আগ্রহ সৃষ্টি করতে পারেন ।

॥ সমিতির প্রশাসনিক কর্মসূচী ॥

॥ ১ ॥ সভা নির্বাচন—যে কোন স্তরের বিজ্ঞান-শিক্ষককে সমিতির সদস্য হিসাবে গ্রহণ করা যেতে পারে । সমিতি জাতীয় বা রাজ্যস্তরে হ'লে স্থানীয় বা জেলাভিত্তিক কোন অনুমোদিত প্রতিষ্ঠান সমিতির সভ্য হ'তে পারেন । জাতীয় বা রাজ্যস্তরের সমিতিগুলির সৃষ্টি পরিচালনার জন্য আঞ্চলিক কমিটি বা শাখা প্রতিষ্ঠান স্থাপন করা উচিত । সমিতির কাজ পরিচালনার জন্য অর্থের প্রয়োজন । সেজন্য প্রত্যেক সদস্য-গিছ চাঁদার হার নির্ধারণ করা প্রয়োজন । সরকারী সহযোগিতা যদি কিছু পাবার সম্ভাবনা থাকে, তার জন্যও চেষ্টা করতে হবে । অবশ্য তার আগে সমিতিতে নথীভুক্ত করা (Registered) প্রয়োজন ।

॥ ২ ॥ অধিবেশন—প্রতি বছর সমিতি অন্ততঃপক্ষে একটি ক'রে (বার্ষিক) অধিবেশনের ব্যবস্থা করবে । এই অধিবেশনে পরবর্তী বৎসরের জন্য কার্যনির্বাহক কমিটি (Executive Committee) নির্বাচন করা হবে । সমিতির অধিবেশনে যাতে

সদস্যবৃন্দ যোগদান করতে পারেন, তার জন্য থাকা-খাওয়ার ব্যবস্থা ও যাতায়াতের আর্থিক বন্দোবস্ত করতে হবে।

সমিতির বার্ষিক অধিবেশনে শিক্ষামূলক কর্মসূচীর আয়োজনও থাকবে, যেমন—বক্তৃতা, বিজ্ঞান-প্রদর্শনী, আলোচনা-সভা, পুস্তক-প্রদর্শনী, শিক্ষক ও শিক্ষার্থী উদ্ভাবিত বিজ্ঞান-শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের প্রদর্শনী, খ্যাতনামা বিজ্ঞান-শিক্ষক ও বৈজ্ঞানিকদের দ্বারা বিজ্ঞান-বিষয়ে বক্তৃতামালার আয়োজন, বিজ্ঞান-শিক্ষামূলক ভ্রমণের আয়োজন ইত্যাদি।

॥ ৩ ॥ বিজ্ঞান-শিক্ষকদের বৃত্তিগত সুযোগ-সুবিধার ব্যবস্থা—সমিতি বিজ্ঞান-শিক্ষকের সামাজিক মর্যাদাবৃন্দের নানাবিধ দাবি-দাওয়া (যেমন—অর্থনৈতিক দাবি, উচ্চতর বেতনহার, প্রশিক্ষণ, উচ্চতর শিক্ষালাভ) সরকারের গোচরে আনবেন এবং গণতান্ত্রিক পদ্ধতিতে আন্দোলন করবেন। এই সমিতি দরিদ্র বিজ্ঞান-শিক্ষক এবং বিজ্ঞানানুরাগী শিক্ষার্থীদের আর্থিক ও অন্যান্য সাহায্য দিয়ে সমাজকল্যাণমূলক কাজে প্ররাসী হবেন।

॥ ভারতে বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির বর্তমান অবস্থা ॥

অভিজ্ঞতা থেকে দেখা যায়, সমাজের বিভিন্ন ক্ষেত্রে যেসব সমিতি বা সংঘ বিভিন্ন উদ্দেশ্য নিয়ে গড়ে উঠেছে, তার অধিকাংশের নেপথ্যে রয়েছে কোন রাজনীতি বা সম্প্রদায়গত আদর্শের প্রেরণা। এই বাস্তব পরিস্থিতিতে শুধুমাত্র বৈজ্ঞানিক আদর্শের পতাকাতলে নিঃস্বার্থভাবে কতজন বিজ্ঞান-শিক্ষক জমালেন হ'তে পারবেন, তা যে কোন ব্যক্তির কাছেই অনুমানের ব্যাপার। সামাজিক ও আদর্শগত পার্থক্য, বৃত্তির প্রতি অধিকাংশ ক্ষেত্রে শিক্ষকের অনীহা এবং বিজ্ঞান-শিক্ষকের সংখ্যার স্বল্পতার জন্য বিজ্ঞান-শিক্ষক-সমিতির সংখ্যা এতাদিনেও বৃদ্ধি পায়নি। আমাদের দেশে উল্লেখযোগ্য বিজ্ঞান-সমিতি একটিই আছে, সেটি হ'ল "All India Science Teachers' Association"। এই সমিতি গঠনের প্রস্তাব আসে ১৯৫৬ সালে সিমলার তারাদেবীতে All India Council of Secondary Education (A. I. C. S. E.)-এর উদ্যোগে আয়োজিত এক সেমিনারে। সমিতির প্রথম বার্ষিক সভা অনুষ্ঠিত হয় গোয়ালিয়রে ১৯৫৬ সালের ডিসেম্বর মাসে। এই সমিতিতে স্বীকৃতি জানিয়েছেন N. C. E. R. T., N. C. S. E., কেন্দ্রীয় শিক্ষামন্ত্রক এবং রাজ্যসরকারগণ। ১৯৭৪ সালের ডিসেম্বর মাসে এই সমিতির পশ্চিমবঙ্গ শাখার উদ্ভোধন হয়। সমিতির কেন্দ্রীয় প্রতিষ্ঠান "Vigyan Shikshak" (The Science Teacher) এবং পশ্চিমবঙ্গ শাখা "বিজ্ঞান-শিক্ষক" নামক ত্রৈমাসিক পত্রিকা নিয়মিত প্রকাশ করেন। সমিতির কেন্দ্রীয় প্রতিষ্ঠানের ঠিকানা—

All India Science Teachers' Association  
Sardar Patel Vidyalyaya  
Lodi Estate, New Delhi—110003.

পশ্চিমবঙ্গ শাখার ঠিকানা—

৯৮, বেলতলা রোড, কলিকাতা—৭০০০২৫

\* আলোচনার অধিকাংশ বিষয়বস্তু "বিজ্ঞান শিক্ষক" জানুয়ারী ১৯৭০ থেকে গৃহীত হয়েছে।

### 10. 1. পরীক্ষা ও মূল্যায়ন ( Examination & Evaluation )

॥ পরীক্ষা ॥ শূন্যস্থান অর্জিতজ্ঞান বা বিষয়গত জ্ঞানের পরিমাপ করে যখন শিক্ষাগত ফলের বিচার করা হয়, তখন সেই বিচার-পদ্ধতিকে বলা হয় তথাকথিত পরীক্ষা। কাগজ, কলম এবং ভাষা ব্যবহার করেই পরীক্ষা গ্রহণ করা হয়ে থাকে। কখনও কখনও পরীক্ষা মৌখিক বা ব্যবহারিক হতে পারে। পরীক্ষা যেভাবেই গ্রহণ করা হোক না কেন পরীক্ষার উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর পৃথিব্যগত জ্ঞানের হিসাব নেওয়া। শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থী শূন্য পৃথিব্যগত জ্ঞানই অর্জন করে না, শিক্ষার্থীর আচরণ ও ব্যক্তিত্বে বিভিন্নমুখী পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু পরীক্ষা শূন্য জ্ঞানমূলক পরিবর্তনের দিকটি বিচার করে। সুতরাং পরীক্ষা হ'ল শিক্ষার্থীর শিক্ষাগত ফলাফল বিচারের সংকীর্ণ ব্যবস্থা।

॥ মূল্যায়ন ॥ কোন শিক্ষা-প্রক্রিয়ায় শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষাদানের ফলে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বে বিভিন্ন পরিবর্তন আসে, যেমন—শিক্ষার্থীর জ্ঞান, ধারণা, দক্ষতা, দৃষ্টিভঙ্গী, রুচি, আগ্রহ, চিন্তাধারা, অভ্যাস, ইত্যাদির পরিবর্তন ঘটে; শিক্ষার্থীর দৈহিক, মানসিক ও আবেগমূলক আচরণে পরিবর্তন সূচীত হয়। শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী এই সব পরিবর্তন কতখানি উল্লেখযোগ্য তার সামগ্রিক বিচার করে মূল্যায়ন। সুতরাং কোন শিক্ষা-প্রক্রিয়ায় শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুসারে শিক্ষার্থীর মধ্যে যেসব পরিবর্তন আসে, তার সামগ্রিক বিচারকে বলে মূল্যায়ন। মূল্যায়নে শিক্ষার্থী সামগ্রিক ব্যক্তিত্ব ও শিক্ষার উদ্দেশ্যের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়।

“পরিমাপ” বলে একটি শব্দের সাথে আমরা পরিচিত। অভিজ্ঞানিক অর্থে মূল্যায়ন এবং পরিমাপ সমার্থক হলেও পরিধিগত দিক থেকে মূল্যায়ন পরিমাপ থেকে অনেক ব্যাপক। শিক্ষার্থী কোন বিশেষ বৈশিষ্ট্য বা গুণ কতখানি অর্জন করল বা শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর কোন বিশেষ আচরণের কতটুকু পরিবর্তন হ'ল, পরিমাপ সে সম্পর্কে অবহিত করে। তাই বলা যেতে পারে পরিমাপ হ'ল মূল্যায়নের অংশবিশেষ। তবে শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বে যে বিভিন্ন পরিবর্তন আসে, সেগুলির পরিমাপ করে একত্রিত করলেই মূল্যায়ন হবে না। কারণ মূল্যায়নের একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য হ'ল গুণগত বিচার ( Value Judgement ), যেটা পরিমাপের মধ্যে নেই। পরিমাপের সাহায্যে হয়ত জানা যেতে পারে কেউ ভৌত বিজ্ঞানে ৭০ পেয়েছে, কিন্তু নম্বরটি কত ভাল বা মন্দ তা বিচার করে মূল্যায়ন। তাই—

$$\text{মূল্যায়ন} = \text{পরিমাপ} + \text{গুণগতবিচার}$$



## 10. 2. বিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়নের স্থান

বিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়ন কোন বিচ্ছিন্ন প্রক্রিয়া নয়। বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য এবং শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতার সাথে মূল্যায়ন অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িত। বিজ্ঞানের কোন অংশে পাঠদান করবার পূর্বে শিক্ষকের একটি পাঠ পরিকল্পনা করা দরকার হয়। পাঠ-পরিকল্পনার প্রথমে তিনি বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি নির্ণয় করেন। তারপর উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা নির্ণয় করেন অর্থাৎ পাঠ্য বিষয়ের বিন্যাস ও শিক্ষণ-পদ্ধতি কি হবে নির্ধারণ করেন এবং সেই অনুযায়ী উপস্থাপন করে পাঠদান করেন। পাঠদানের শেষে অভিযোজন স্তরে অভিক্ষার সাহায্যে শিক্ষার্থীর শিক্ষাগত পরিবর্তনের মূল্যায়ন করেন।

মূল্যায়নের সাহায্যে জানা যায় (ক) শিক্ষার্থী শিক্ষার শুরুতে কোথায় ছিল এবং শিক্ষার শেষে কোথায় এসেছে, (খ) শিক্ষার উদ্দেশ্য কতটুকু সফল হয়েছে এবং (গ) শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা কতটুকু কার্যকরী হয়েছে। কোন নতুন পাঠ-পরিকল্পনার সময় শিক্ষক পূর্বতী মূল্যায়নের ফলাফলের ভিত্তিতে প্রয়োজনানুযায়ী সংশোধন করে নতুনভাবে উদ্দেশ্য নির্ধারণ ও শিক্ষা-মূলক অভিজ্ঞতা স্থির করতে পারেন এবং মূল্যায়নের কৌশলগত পরিবর্তন ঘটাতে পারেন।

সুতরাং দেখা গেল, মূল্যায়নের কাজ তিনটি। তাই মূল্যায়ন হ'ল একটি “ত্রিমুখী” প্রক্রিয়া। আরও দেখা গেল, মূল্যায়নের সাথে শিক্ষার উদ্দেশ্য এবং শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতার যোগাযোগ অত্যন্ত ঘনিষ্ঠ। যদি শিক্ষার উদ্দেশ্যকে “লক্ষ্য” এবং শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতাকে “উপায়” বলা হয় তবে মূল্যায়নকে বলতে হবে “যাচাই”। এদের পারস্পরিক সম্পর্কে পাম্ফ্লেট প্রতীক ত্রিভুজের সাহায্যে প্রকাশ করা হয় যেখানে পারস্পরিক সম্পর্কে ত্রিমুখী তীর চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। চিত্র থেকে বোঝা যায় মূল্যায়ন একটি নিরবচ্ছিন্ন প্রক্রিয়া; মূল্যায়নের দ্বারা কোন শিক্ষা-প্রক্রিয়ার সমাপ্তিরেখা টানা যায় না।

উদ্দেশ্য (লক্ষ্য)

মূল্যায়ন  
(যাচাই)শিক্ষামূলক  
অভিজ্ঞতা  
(উপায়)

## 10. 3. বিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা

বিজ্ঞান-শিক্ষার উৎকর্ষ বৃদ্ধির জন্য এবং বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর সামগ্রিক ব্যক্তিত্বে যে পরিবর্তন ঘটে তার সঠিক বিচারের জন্য মূল্যায়নের বিশেষ প্রয়োজন। কারণ—

১। মূল্যায়ন বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্যকে স্পষ্টভাবে ব্যক্ত করতে সাহায্য করে—

ভৌঃ বিঃ শিঃ (দ্বিতীয় পর্ব) —৩ (N. P.)

বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষার্থীকে শিক্ষা দেবার ফলে শিক্ষার্থীর যে পরিবর্তন ঘটে মূল্যায়ন তারই বিচার করে। মূল্যায়নের সুবিধার জন্য শিক্ষার বিভিন্ন উদ্দেশ্যগুলি স্পষ্টভাবে উল্লেখ করা প্রয়োজন অর্থাৎ প্রথমে শিক্ষার উদ্দেশ্য-গুলি নির্ণয় করতে হবে এবং তারপর উদ্দেশ্যগুলিকে বিশ্লেষণ করে 'বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে যে আচরণগত পরিবর্তন ঘটে সেগুলি উল্লেখ করতে হবে। যদি উদ্দেশ্য নির্ণয়ে বা উদ্দেশ্য বিশ্লেষণে কোন দৃষ্টি থাকে মূল্যায়ন সেগুলি সনাক্তকরণ ও সংশোধনে সাহায্য করে।

২। মূল্যায়ন শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা নির্ণয়ে সাহায্য করে—মূল্যায়নের দ্বারা শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুসারে বিজ্ঞানের শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয়। মূল্যায়ন শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী পাঠক্রম শিক্ষণ পদ্ধতি, সহপাঠক্রমিক কার্যাবলী, শ্রেণী ও শ্রেণীর বাইরে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কার্যাবলীর কার্যকারিতা নির্ধারণে এবং প্রয়োজনমাত্তিক পরিবর্তনে সাহায্য করে।

৩। মূল্যায়ন শিক্ষার্থীর সঠিক শিক্ষাগত পরিচয় দান করে—বিজ্ঞান-শিক্ষায় শিক্ষার্থী নানাভাবে অংশগ্রহণ করে। শিক্ষার্থী বিজ্ঞানে তাৎক্ষণিক জ্ঞান ও ধারণা লাভ করে, সেগুলিকে বিভিন্নভাবে প্রয়োগ করতে শেখে, পরীক্ষাগারে পরীক্ষা করে, বিজ্ঞানের সহপাঠক্রমিক কাজে অংশগ্রহণ করে। শিক্ষার্থীর এই সব শিক্ষামূলক প্রচেষ্টা কতদূর সাফল্য হইছে মূল্যায়নের মাধ্যমে জানা যায়। তাছাড়া বিজ্ঞান শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহ, ঐ জ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রবণতার কতখানি পরিবর্তন হ'ল তা মূল্যায়ন করতে সাহায্য করে।

৪। মূল্যায়ন শিখন-প্রক্রিয়াকে উন্নত করে—মূল্যায়ন শুধু শিক্ষার্থীর পুঙ্খানুপুঙ্খ জ্ঞান পরিমাপ করে না, সেই সাথে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিত্বের অন্যান্য পরিবর্তনগুলি পরিমাপ করে। বিদ্যালয়ে উপযুক্ত মূল্যায়ন ব্যবস্থা থাকলে শিক্ষার্থী শূন্য তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জনেই আগ্রহী হবে না, অন্যান্য সহপাঠক্রমিক কাজেও উৎসাহ দেখাবে।

৫। মূল্যায়ন শিক্ষার্থীকে নির্দেশনান ও পরিচালনার ক্ষেত্রে সাহায্য করে—মূল্যায়নের সাহায্যে শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত অনেক বিবরণ জানা যায় ও শিক্ষার্থীর দুর্বলতা নির্ণয় করা যায়। এই সব তথ্যের ভিত্তিতে কে কোন বৃত্তি বা উচ্চতর শিক্ষার উপযোগী তা বোঝা যায় এবং সে অনুসারে শিক্ষার্থীকে নির্দেশ দান ও পরিচালনা করা যায়। শিক্ষার্থীর দুর্বলতার ভিত্তিতে প্রতিকারমূলক শিক্ষার ব্যবস্থা করা যায়।

#### 10.4. ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়ন পদ্ধতি

(Evaluation Procedure in Physical Sciences)

[ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়নের জন্য নিম্নরূপ স্তরগুলি পর পর অনুসরণ করা হয়।

(১) বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য নির্ণয় (Selecting the objectives of teaching Science)—বিজ্ঞান-শিক্ষার শুরুরূপে উদ্দেশ্য নির্ণয় করা প্রয়োজন।

শিক্ষার্থীর চাহিদা, সামাজিক চাহিদা এবং বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুর উপর ভিত্তি করে উদ্দেশ্য নির্ণয় করা হয়। সাধারণতঃ ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে জ্ঞান, ধারণা, প্রয়োগ-ক্ষমতা, দক্ষতা আগ্রহ, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রশংসার মনোভাবের উন্মেষ ঘটানো। [এ প্রসঙ্গে অধ্যায় ২২ দেখুন]

২) উদ্দেশ্যের বিশ্লেষণ (Defining objectives)—মূল্যায়নের সুবিধার জন্য শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি স্পষ্টভাবে ব্যক্ত করা প্রয়োজন। এর জন্য উদ্দেশ্যগুলিকে বিশ্লেষণ করে বিজ্ঞান-শিক্ষার ফলে শিক্ষার্থীর মধ্যে যে আচরণগত পরিবর্তন ঘটে সেগুলি উল্লেখ করতে হবে। যেমন, বিজ্ঞান-শিক্ষার একটি উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু এবং বিভিন্ন প্রক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা গড়ে তোলা। এই উদ্দেশ্যকে বিশ্লেষণ করলে যে আচরণগত পরিবর্তনগুলি পাওয়া যাবে সেগুলি ২/২ অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৩) উপযুক্ত শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা নির্বাচন (Developing appropriate learning experience; or activities)—শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা হ'ল শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী নির্বাচিত পাঠ্যক্রম এবং শ্রেণী ও শ্রেণীর বাইরে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর উদ্দেশ্যমূলক কাজ। শিক্ষার্থীর চিন্তা, ভাবনা ও শিক্ষকের ডেমন্স্ট্রেশন বা বক্তৃতা ইত্যাদি যা কিছু শিক্ষার্থীকে উদ্দেশ্যমূলক আচরণ সম্পাদনে সাহায্য করে, সেগুলিই শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা। শিক্ষার্থী যাতে শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা লাভ করতে পারে তার জন্য ব্যবস্থা করতে হবে। শিক্ষার উদ্দেশ্য যদি সৃজাত্মক প্রত্যক্ষ বিকাশ সাধন হয়, তা হ'লে উদ্দেশ্য রূপায়ণের জন্য শিক্ষার্থীকে পরীক্ষাগারের কাজে, বিজ্ঞান সমিতি ও বিজ্ঞান মেলার কাজে অংশ গ্রহণে সুযোগ দিতে হবে; অথবা ঐজ্ঞানিক প্রবন্ধ রচনা ও প্রকৃতি পর্যবেক্ষণ ইত্যাদি কাজে নিয়োজিত করতে হবে। ভৌত বিজ্ঞানে শিক্ষার্থী বিভিন্নভাবে শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা লাভ করতে পারে, যেমন—ক) পাঠ্যপুস্তক পাঠ (Reading), (খ) পরীক্ষা (Experiment), (গ) দৃষ্টি ও শ্রুতি নির্ভর উপকরণ ব্যবহার (A. V. Aids), (ঘ) শিক্ষামূলক ভ্রমণ (Excursion), (ঙ) বিজ্ঞান সমিতি (Science Club), (চ) বৈজ্ঞানিক সাহিত্য অনুশীলন ও বিদ্যালয় পাঠাগার পরিচালনা ইত্যাদির মাধ্যমে।

৪) অভীক্ষা নির্মাণ বা সংগ্রহ (Constructing or adopting evaluation devices)—উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা লাভে শিক্ষার্থীর বিভিন্ন আচরণগত পরিবর্তন ঘটে। আচরণগুলি পরিমাপের জন্য বিভিন্ন পূর্বপ্রস্তুত (readymade) আদর্শায়িত অভীক্ষা ও কৌশল সংগ্রহ ও নির্বাচন করতে হবে, অন্যথায় অভীক্ষা প্রস্তুত করে নিতে হবে। অভীক্ষা যদি প্রস্তুত করতে হয় তাহলে অভীক্ষাটিকে সম্ভবমত আদর্শায়িত করে নিতে হবে।

৫) উপযুক্ত অভীক্ষা প্রয়োগ ও তথ্য সংগ্রহ (Applying the appropriate devices and recording evidences)—বিভিন্ন ধরনের উপযুক্ত বা আদর্শায়িত অভীক্ষার সাহায্যে শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তনের বিবরণ সংগ্রহ করতে হবে। এই সব বিবরণ সংগ্রহের জন্য লিখিত অভীক্ষা, পর্যবেক্ষণ, চেক লিস্ট, রেকর্ড কার্ড

ইত্যাদি উপায় ব্যবহার করা যেতে পারে। বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল্যায়নের জন্য যেসব তথ্য সাধারণভাবে জানবার প্রয়োজন হয় সেগুলি—

॥ ক ॥ শিক্ষার্থী কি করে (What students do) : শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত আচার-অচরণবিষয়ক তথ্যাদি, পরীক্ষাগারে কাজ করবার পদ্ধতি, বিজ্ঞান-সাহিত্যধর্মী অনুশীলন, পরীক্ষাগারে কাজ করবার জন্য নতুন নতুন চিন্তা-ভাবনা ইত্যাদি।

॥ খ ॥ শিক্ষার্থী কি বলে (What students say) : শ্রেণীকক্ষে আলোচনা, ও বিতর্ক সভা, মৌখিক রিপোর্ট, সাধারণ কথাবার্তা, প্যানেল আলোচনা ইত্যাদি।

॥ গ ॥ শিক্ষার্থী কি লেখে (What students write) : পরীক্ষাগারের কাজের বিবরণ নোটবুকে লিখন, বই পড়ে নোট লিখন, বহির্ভ্রমণের বিবরণ, শ্রেণীর ও বাড়ীর কাজের জন্য লেখা ইত্যাদি।

॥ ঘ ॥ শিক্ষার্থী কি সৃজনমূলক কাজ করে (What students produce) : পরীক্ষাগার বা বিজ্ঞান সমিতিতে নতুন যন্ত্রপাতি ও পরীক্ষা প্রণালী উদ্ভাবন, নমুনা সংগ্রহ, মডেল নির্মাণ, ফটো তোলা ও ডেভেলপ করা, ব্যক্তিগত প্রজেক্টধর্মী কাজের ফলাফল, বিজ্ঞান-শিক্ষামূলক খেলা বা কাজে অংশগ্রহণ ইত্যাদি।

॥ ঙ ॥ শিক্ষার্থী কি পড়ে (What students read) : Assignment-এর কাজের জন্য পড়াশুনা, স্বেচ্ছায় বিজ্ঞান-বিষয়ক বিভিন্ন পুস্তক ও পত্রিকা পাঠ, বিজ্ঞান-বিষয়ক সংবাদ-পাঠ ইত্যাদি।

(৬) সংগৃহীত তথ্যের ভিত্তিতে শিক্ষামূলক বিচার (Interpreting the evidence recorded) : শিক্ষার্থীর আচরণবিষয়ক তথ্য সংগ্রহের পর তথ্যের বিশ্লেষণ ও বিচার করে শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন সম্পর্কে সিদ্ধান্তে আসতে হবে। এই সিদ্ধান্ত বা বিচার শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী হবে। বিচারের ফলাফল সংক্ষেপে প্রকাশের জন্য বিভিন্ন পরিসংখ্যানগত মান, যেমন—মিন, মিডিয়ান, S. D., Q. D. ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন শিক্ষার্থীদের তুলনামূলক বিচারের জন্য গ্রেড নর্ম, পারসেন্টাইল নর্ম, স্ট্যান্ডার্ড স্কেয়ার স্কেল, এজ নর্ম (Age norm), শিক্ষাৎক (E. Q.), অর্জনাৎক (A. Q.) ব্যবহার করা হয়। বিচারের সুবিধার জন্য অনেক সময় বিভিন্ন লেখচিত্র যেমন—ফ্রিকোয়েন্সী বহুভুজ, হিস্টোগ্রাম ও ওজাইভ (ogive)-এর সাহায্য নেওয়া হয়।

## 10.5. ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার মূল্যায়নের বিবিধ উপায়

(Evaluation devices in Physical Sciences)

বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য যেমন বিভিন্ন ধরনের, তেমনি মূল্যায়নের কৌশল বা যন্ত্রপাতিগুলিও বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। পুরানো দিনের লিখিত পরীক্ষা মূল্যায়নের বিভিন্ন কৌশলগুলির মধ্যে একটি। শিক্ষার্থী সম্পর্কে যে ধরনের তথ্য



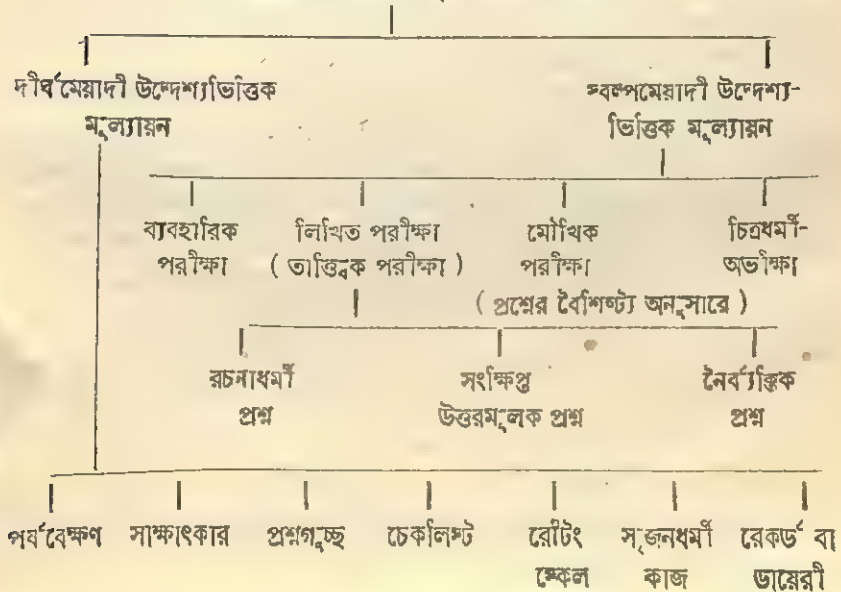
জানা দরকার, সেই অনুযায়ী মূল্যায়নের উপায় নির্বাচন করতে হবে। মূল্যায়নের বিবিধ উপায়গুলিকে প্রধানতঃ দু'ভাগে ভাগ করা হয়।

॥ ১ ॥ স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন : বিজ্ঞান-শিক্ষায় স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যগুলি হ'ল জ্ঞান, ধারণা, প্রয়োগ-ক্ষমতা দক্ষতা ইত্যাদি। শ্রেণী বা পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে এই উদ্দেশ্যগুলি অনুযায়ী শিক্ষার্থী প্রত্যক্ষভাবে এবং সহজেই শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা অর্জন করতে পারে। এই উদ্দেশ্যগুলির ভিত্তিতে মূল্যায়ন করা অনেক সহজসাধ্য।

॥ ২ ॥ দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন : বিজ্ঞান-শিক্ষার দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যগুলি অর্থাৎ আগ্রহ, দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রশংসা ইত্যাদি অনুসারে শিক্ষার্থীর মধ্যে বিভিন্ন আচরণগত পরিবর্তন আনা সময়সাপেক্ষ কাজ। অধিকাংশ ক্ষেত্রে শ্রেণীর বাইরে সহপাঠকৃতমিক কাজের মাধ্যমে অথবা পরোক্ষভাবে শ্রেণীর কাজের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীর মধ্যে ধীরে ধীরে আগ্রহ সৃষ্টি হয় এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও প্রশংসার মনোভাব গড়ে ওঠে। এই সব উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে মূল্যায়ন করা সময়সাপেক্ষ কাজ এবং একা শিক্ষকের পক্ষেও অনেক সময় মূল্যায়ন করা কষ্টকর হয়ে দাঁড়ায়। দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়নের জন্য অভীক্ষাগুলি ভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে এবং অধিকাংশ ক্ষেত্রে অভীক্ষাগুলি আদর্শায়িত করা সম্ভব হয় না।

[ বিশদ আলোচনার জন্য 'বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য', অধ্যায় 3. 2. দেখুন। ]

### বিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়নের উপায়



॥ স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন ॥

( Short term objective based evaluation )

( ১ ) লিখিত পরীক্ষা ( Written Test )—মূল্যায়নের বিভিন্ন উপায়ের মধ্যে লিখিত পরীক্ষা হ'ল এক অন্যতম উপায়। লিখিত পরীক্ষা সাধারণতঃ বিদ্যালয়ে ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হয়। এই পরীক্ষাকে অনেক সময় বার্ষিক অভীক্ষা ( Paper-Pencil test ) বলা হয়। জ্ঞান, ধারণা বা প্রয়োগমূলক ক্ষমতা পরিমাপের জন্য লিখিত পরীক্ষা খুবই উপযোগী। বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক অংশের উপর লিখিত পরীক্ষা গ্রহণ করা হয়। সৌদিক থেকে অনেকে লিখিত পরীক্ষাকে তাত্ত্বিক পরীক্ষা ( Theoretical Exam ) বলে অভিহিত করেন। পদ প্রস্তুতকরণের দিক থেকে লিখিত পরীক্ষা দ্বন্দ্বধরনের হতে পারে—একটি শিক্ষককৃত, অপরটি আদর্শীকৃত। অবশ্য শ্রেণীর শিক্ষাক্ষেত্রে শিক্ষককৃত অভীক্ষার উপযোগিতা অনেক বেশী, কারণ কোন একটি শ্রেণীতে বিশেষ উদ্দেশ্য অনুসারে শিক্ষাদান করে ফলাফলগুলি শিক্ষক সহজেই পরিমাপ করতে পারেন নিজের তৈরী অভীক্ষার সাহায্যে। গঠনের দিক থেকে অর্থাৎ প্রশ্নের বৈশিষ্ট্য অনুসারে লিখিত পরীক্ষা তিন ধরনের হ'তে পারে : (ক) রচনাধর্মী প্রশ্ন, (খ) সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন ও (গ) নৈব্যৃত্তিক প্রশ্ন।

(ক) রচনাধর্মী প্রশ্ন—বিজ্ঞান-শিক্ষার সময় শিক্ষার্থীকে উপযুক্ত ভাষা ও শব্দ প্রয়োগ করে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ঘটনার বিবরণ দিতে হয়, কারণ ব্যাখ্যা করতে হয়, যুক্তিসহকারে প্রমাণ করতে হয়, পরীক্ষা পদ্ধতি উল্লেখ করতে হয়। শিক্ষার্থীর মধ্যে এই ক্ষমতাগুলির যথাযথ বিকাশ ঘটেছে কি না জানবার জন্য রচনাধর্মী প্রশ্নের প্রয়োজন হয়। রচনাধর্মী প্রশ্নে সমগ্র পাঠক্রম থেকে শিক্ষার্থীকে কয়েকটি প্রশ্ন দেওয়া হয়। রচনাধর্মী প্রশ্ন সংখ্যায় অল্প হয় বলে সেগুলি তৈরি করা সহজ। তাছাড়া এই ধরনের একটি প্রশ্নে পাঠক্রমের একটি বিস্তৃত অংশ অন্তর্ভুক্ত করা যায়। রচনাধর্মী প্রশ্নের কয়েকটি বড় অসুবিধা হ'ল—ইহার উত্তরের সীমা নির্দিষ্ট, মূল্যায়ন অনেক সময় ব্যক্তিকতা দোষে দুষ্ট হয়, রচনাধর্মী প্রশ্নের উদ্দেশ্য অনেক সময় নির্দিষ্ট থাকে না এবং প্রশ্নে শিক্ষার্থীর যান্ত্রিক মুখস্থ বিদ্যার উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়। কিন্তু রচনাধর্মী প্রশ্ন যদি উপযুক্ত উদ্দেশ্য নিয়ে রচিত হয় এবং প্রশ্নের সীমা নির্দিষ্ট করা যায় তাহলে এই প্রশ্নের সাহায্যে শিক্ষার্থীর বিষয়গত জ্ঞান ও স্মৃতিশক্তির পরীক্ষা ছাড়াও ধারণা, প্রয়োগক্ষমতা, চিন্তাশক্তি, প্রকাশভঙ্গি, বিচারক্ষমতা, দৃষ্টিভঙ্গি ইত্যাদির পরিমাপ করা যায়।

রচনাধর্মী প্রশ্নে সাধারণতঃ কতকগুলি শব্দ ব্যবহার করা হয় যেমন—“বর্ণনা কর”, “ব্যাখ্যা কর”, “তুলনা কর”, “সংক্ষেপে লেখ”, “প্রমাণ কর”, “বাহ্যে জান লেখ” ইত্যাদি।

উদাহরণ—নীচে রচনাধর্মী প্রশ্নের কয়েকটি নমুনা দেওয়া হ'ল—

- (i) ভরের নিত্যতা সূত্রের সমর্থনে একটি পরীক্ষার বিবরণ দাও।
- (ii) থার্মিটার প্রস্তুত প্রণালীর বর্ণনা দাও।

- (iii) আকর্ষণীভিত্তিক সূত্রের সত্যতা কিভাবে নিরূপণ করবে ?
- (iv) উদাহরণ সহযোগে বস্তুর উপর তাপের প্রভাব সম্পর্কে আলোচনা কর।
- (v) সূর্যবর্তিত ও সূর্যযুক্ত শব্দের পার্থক্য নির্ণয় কর।
- (vi) চিত্রসহ “সরল কোষের” কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর।
- (vii) প্রমাণ কর যে, সমতল প্রতিফলনে বস্তু দূরত্ব ও প্রতিবিম্ব দূরত্ব সমান।

(খ) সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন : রচনাধর্মী প্রশ্নে নৈব্যক্তিকতা ও নির্ভরযোগ্যতার অভাব আছে, তেমনি নৈব্যক্তিক প্রশ্নে আছে কোন চিন্তাধারা ও ভাবপ্রকাশের অসুবিধা। অথচ সূত্র-অভীক্ষার ক্ষেত্রে এ সবই প্রয়োজন। এই অসুবিধাগূণ দূরীকরণের জন্য প্রয়োজন হয় সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্নের। এ ক্ষেত্রে প্রশ্নের উত্তরগূলি সংক্ষিপ্ত হয় এবং উত্তরের সীমা মোটামুটি নির্দিষ্ট হয়। উত্তর লিখতে বেশী সময় লাগে না। নম্বর দান পদ্ধতি মোটামুটি নির্দিষ্ট করা হয়। এ জাতীয় প্রশ্নের প্রধান বৈশিষ্ট্য হ'ল যে, প্রতিটি প্রশ্নের নিজস্ব উদ্দেশ্য (objective) থাকে এবং উদ্দেশ্যগূলিকে বিশেষায়িত করার চেষ্টা করা হয়। এই প্রশ্নের সাহায্যে সমগ্র বিষয়কে প্রশ্নপত্রের অন্তর্ভুক্ত করা যায়।

উদাহরণ—“পরমাণুর গঠন সম্পর্কে যাহা জান লেখ” প্রশ্নটি একটি সাধারণ রচনাধর্মী প্রশ্ন। প্রশ্নটি অনুধাবন করলে দেখা যাবে উত্তরের সীমারেখা মোটেই নির্দিষ্ট নয়। প্রশ্নটির উত্তর নির্দিষ্ট করতে হ'লে প্রশ্নটিকে সংশোধন করা প্রয়োজন।

সংশোধিত প্রশ্ন বা সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন : (i) পরমাণুর কেন্দ্র কাকে বলে ? (ii) পরমাণুর কেন্দ্রতে কি কি কণা থাকে ? (iii) ইলেকট্রনগূলি কোথায় থাকে ? (iv) ইলেকট্রনের গতিপথ কিরূপ ? (v) নিউক্লিও পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যার মধ্যে কি সম্পর্ক ? (vi) পরমাণুর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক অংশ কোনটি ?

(গ) নৈব্যক্তিক প্রশ্ন : নৈব্যক্তিক প্রশ্নের উত্তর নির্দিষ্ট এবং নম্বরদানের পদ্ধতিও নির্দিষ্ট। নৈব্যক্তিক প্রশ্নের উত্তর মূল্যায়নে পরীক্ষকের ব্যক্তিগত ইচ্ছা-অনিচ্ছার কোন গুরুত্ব নেই। নৈব্যক্তিক প্রশ্ন বিভিন্ন ধরনের হতে পারে : (১) সহজ মনে করা জাতীয়, (২) সম্পূর্ণকরণ জাতীয়, (৩) সত্য-মিথ্যা জাতীয় বা ‘হ্যাঁ-না’ জাতীয়, (৪) বহু নির্বাচনী জাতীয়, (৫) উপমান জাতীয়, (৬) মিলনকরণ জাতীয়, (৭) শ্রেণীভুক্তিকরণ জাতীয়, (৮) মাস্টার লিস্ট জাতীয়, (৯) পুনর্নির্নাস জাতীয় ও (১০) চিত্রধর্মী।

নৈব্যক্তিক প্রশ্নের কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হ'ল—

শ্রেণীভুক্তিকরণ—নিম্নলিখিত পদগূলির মধ্যে যেটি সমশ্রেণীভুক্ত নয় সেটি খুঁজে বের করে তার নম্বরটি বন্ধনীতে লেখ।

(ক) ক্যালারি, (খ) ডিগ্রী ফারেনহাইট, (গ) জল তুল্যাংক, (ঘ) ফোকাস দূরত্ব ও (ঙ) উর্ধ্ব স্থিরাংক।

উপমান জাতীয়—সাদৃশ্যের ভিত্তিতে শূন্যস্থান পূরণ কর—মিলিমিটার : মিটার  
সেন্টিমিটার—

পুনর্বিন্যাস জাতীয়—পারমাণবিক সংখ্যার উদ্ভবক্রমে নীচের মৌলিক পদার্থ-  
গুলিকে সাজাও ।

(ক) লোহা, (খ) তামা, (গ) দস্তা, (ঘ) অ্যালুমিনিয়াম (ঙ) সোনা

সত্য-মিথ্যা জাতীয়—সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি ক্ষার ( সত্য/মিথ্যা )

সম্পূর্ণকরণ জাতীয়—উপযুক্ত শব্দের সাহায্যে শূন্যস্থান পূরণ কর ।

সধারণ চাপে জলের হিমাঙ্ক—°C

(২) মৌখিক পরীক্ষা—শিক্ষার্থীর ভাষা-ব্যবহার, উচ্চারণ, বৈজ্ঞানিক পরিভাষা ব্যবহারের দক্ষতা, বিজ্ঞানের বিষয়গত জ্ঞান, ধারণা শক্তি ও স্বাধীন চিন্তা শক্তির পরিমাপে মৌখিক পরীক্ষার প্রয়োজন । তাছাড়া মৌখিক পরীক্ষায় শিক্ষার্থী শিক্ষক বা অভীক্ষকের প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে আসবার সুযোগ পায় । তার ফলে শিক্ষার্থীর কোন ভুল-ত্রুটি অভীক্ষক তৎক্ষণাৎ সংশোধন করতে পারেন । অভীক্ষার প্রয়োগ এবং স্কারিং প্রায় সঙ্গে সঙ্গে হয়ে যায় । শ্রেণীকক্ষে মূল্যায়নের ক্ষেত্রে মৌখিক পরীক্ষার গুরুত্ব অনেক বেশী । মৌখিক পরীক্ষাকে এক ধরনের ব্যক্তিগত অভীক্ষা বলে এর কয়েকটি ত্রুটি আছে, যেমন—(ক) পরীক্ষাতে সময় বেশী লাগে, (খ) সকলকে একই প্রশ্ন করা যায় না, (গ) প্রশ্নের কাঠিন্য মাত্রা সব সময় ঠিক থাকে না, (ঘ) নির্ভরযোগ্যতার অভাব—অল্প কয়েকটি প্রশ্ন করে শিক্ষার্থীর যোগ্যতা সব সময় ঠিকমত নির্ণয় করা যায় না, (ঙ) যথার্থতার অভাব—অভীক্ষক হঠাৎ প্রশ্ন করেন বলে প্রশ্নের ভাষা ঠিক থাকে না ও (চ) মৌখিক পরীক্ষা পরীক্ষকের ব্যক্তিকতা দ্বারা ভীষণভাবে প্রভাবিত ইত্যাদি । এজন্য লিখিত পরীক্ষার পরিপূরক হিসাবে মৌখিক পরীক্ষা ব্যবহার করলে সুফল পাওয়া যায় ।

পশ্চিমবঙ্গে মাধ্যমিক ভৌত বিজ্ঞান পরীক্ষায় 100 নম্বরের মধ্যে 20 নম্বর মৌখিক পরীক্ষার জন্য ধার্য করা হয়েছে । সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক বা নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের সাহায্যে মৌখিক পরীক্ষা গ্রহণ করা উচিত ।

(৩) চিত্রমণী অভীক্ষা (Diagrammatic Test)—চিত্র বা গ্রাফ অঙ্কন এবং বিশ্লেষণ করা শূন্য বিজ্ঞান-শিক্ষায় নয় দৈনন্দিন জীবনেও প্রয়োজনীয় । কোন বস্তু সমবায় বস্তুগুলির আপেক্ষিক অবস্থান, কোন বস্তুর গঠনগত বৈশিষ্ট্য, বিমূর্ত বিষয়বস্তুকে মূর্ত করবার জন্য চিত্র বা গ্রাফ অঙ্কনের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য । বিজ্ঞান-শিক্ষায় দক্ষতা সৃষ্টি হয় পরীক্ষার মাধ্যমে, পরীক্ষার ফল সংব্যখ্যান, চিত্র অঙ্কনে ও যন্ত্রপাতি নির্মাণে । মাধ্যমিক বিজ্ঞানের পাঠক্রমে যেহেতু পরীক্ষা ও যন্ত্রপাতি নির্মাণের উপযুক্ত সুযোগ নেই, সেজন্য চিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে দক্ষতা বৃদ্ধি করা যেতে পারে । একটি চিত্র অঙ্কন ও উহার অংশ চিহ্নিতকরণের মধ্য দিয়ে জানা যেতে পারে—(ক) কোন পরীক্ষায় যন্ত্রপাতির সজ্জা বিভাবে করতে হয় শিক্ষার্থী ঠিকমত অনুধাবন করতে পেরেছে কি না, (২) কোন যন্ত্রপাতির গঠনগত বৈশিষ্ট্য শিক্ষার্থী ঠিকমত অনুধাবন করতে পেরেছে কি না ও (৩) বিভিন্ন বিষয়ের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে শিক্ষার্থীর সঠিক ধারণা গড়ে উঠেছে কি না ।



**চিত্রধর্মী** অভীক্ষার বিষয়বস্তু—চিত্রধর্মী অভীক্ষার মূল্যায়নের উদ্দেশ্য অনুযায়ী চিত্র অঙ্কন, চিত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ, কোন প্রদত্ত চিত্র ভুল সংশোধন, চিত্র নির্বাচন, চিত্রের সাহায্যে তুলনা, বর্ণনা, ব্যাখ্যা বা প্রমাণ করতে দেওয়া হয়। চিত্রধর্মী প্রশ্নের মূল্যায়নে যেসব বিষয়ের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়, সেগুলি হ'ল—

- (ক) চিত্রটি প্রয়োজনোপযোগী কি না
- (খ) চিত্রটির বিভিন্ন অংশের অনুপাত সামঞ্জস্য পূর্ণ কি না
- (গ) চিত্রটি পরিষ্কারভাবে অঙ্কিত হয়েছে কি না
- (ঘ) চিত্রটি নিখুঁতভাবে অঙ্কিত হয়েছে কি না

**রচনাধর্মী**, সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক এবং নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নে চিত্রের ব্যবহার

**রচনাধর্মী**—রচনাধর্মী প্রশ্নে যন্ত্রপাতির গঠন-প্রণালীর বর্ণনা, যন্ত্রপাতির সজ্জা, কার্যনীতির ব্যাখ্যার চিত্রের প্রয়োজন হয়। প্রশ্নে সরাসরি চিত্রের উল্লেখ না থাকলেও চিত্র অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। যেমন “ফরটিন ব্যারোমিটারের গঠন প্রণালী ও কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।” অথবা “পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া গ্যাস কিভাবে প্রস্তুত করবে?” এই সব প্রশ্নের উত্তরে ভাষার ব্যবহার করে বর্ণনা লিখতে হয় তেমনি চিত্র অঙ্কনের প্রয়োজনও হয়। প্রথম ক্ষেত্রে চিত্র অঙ্কন করে ব্যারোমিটারের গঠন-প্রণালী ও কার্যনীতি ব্যাখ্যা করতে হয়। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে চিত্র সহযোগে যন্ত্রপাতির সজ্জা বর্ণনা করে গ্যাস প্রস্তুত প্রণালীর বর্ণনা লিখতে হয়। চিত্র অঙ্কন করে উত্তর দেবার ফলে লিখিত বিবরণ কমে। ফলে শিক্ষার্থীর পরিশ্রম ও সময়ের সাশ্রয় হয়, উত্তরের সীমা নির্দিষ্ট হয় এবং উত্তরের দৈর্ঘ্য কমে। উত্তরের দৈর্ঘ্য কমে বলে, আরও অধিক সংখ্যায় রচনাধর্মী প্রশ্ন করা যায় এবং এইভাবে প্রশ্ন-সংখ্যা বৃদ্ধি করে পরীক্ষার নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি করা যায়।

**উদাহরণ**—(ক) অংশ চিহ্নিত একটি চিত্রের সাহায্যে ব্যারোমিটারের গঠন ও কার্য প্রণালী বর্ণনা কর। (খ) উপযুক্ত চিত্র সহযোগে পরীক্ষাগারে CO<sub>2</sub> প্রস্তুতি ও সংগ্রহ প্রণালীর বর্ণনা দাও। এই প্রসঙ্গে প্রয়োজনীয় বিকারক এবং বিক্রিয়ার উল্লেখ কর।

**সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক**—এই ধরনের অভীক্ষার কোন বস্তু, যন্ত্রসজ্জা বা কোন ঘটনার পরম্পরা দেখাবার জন্য শিক্ষার্থীদের চিত্র অঙ্কন করে চিত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করতে বলা হয়। কখনও কখনও চিত্রের সাহায্যে সম্পর্কযুক্ত বিভিন্ন বিষয়ের মধ্যে তুলনা করতে বলা হয়। কখনও প্রদত্ত চিত্রের ভুল সংশোধন করতে বলা হয়। কখনও চিত্র একে কোন বিষয়ের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিতে হয়।

**উদাহরণ**—(ক) একটি চিত্র সহযোগে ক্রোমিয়াম পরমাণুতে বিভিন্ন কণাগুলির অবস্থান নির্ণয় কর। (খ) একটি কোষ ও একটি রোধের সাহায্যে একটি তড়িৎবর্তনীয় চিত্র অঙ্কন কর।

**নৈর্ব্যক্তিক**—বিজ্ঞানের নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নে কোন প্রদত্ত চিত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করতে, দু'টি চিত্রের তুলনা করতে বা একাধিক চিত্র থেকে একটি চিত্র নির্বাচন করতে বলা হয়।

(ক) (i) নীচে অঙ্কিত যন্ত্রটির নাম কি? (ii) উহার সাহায্যে কি পরিমাপ করা হয়? (খ) প্রদত্ত পরিমাপ বিশিষ্ট নিয়ান্ত্রিকত দু'টি ভিন্ন আকৃতির পারে পারদ আছে। কোনটিতে পারদের পরিমাণ বেশী? ইত্যাদি।

(৪) ব্যবহারিক অভীক্ষা (Performance of Practical test)—বিজ্ঞান-শিক্ষার ব্যবহারিক কাজের গুরুত্ব সম্পর্কে “পরীক্ষাগার পদ্ধতি” এবং “বিজ্ঞানের পরীক্ষাগার” অধ্যায়ের প্রথম দিকে বিশদভাবে আলোচনা করা হয়েছে। বিজ্ঞান শিক্ষায় শিক্ষার্থী পুস্তকপাঠ এবং শিক্ষকের বক্তৃতা ও ডেমন্স্ট্রেশন থেকে তান্ত্রিক অভিজ্ঞতা অর্জন করে এবং পরীক্ষাগারে মডেল ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে বা মডেল ও যন্ত্রপাতি নির্মাণ করে ব্যবহারিক অভিজ্ঞতা অর্জন করে। তান্ত্রিক অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন লিখিত বা মৌখিক পরীক্ষার সাহায্যে করা সম্ভব হ'লেও ব্যবহারিক অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন সেভাবে হয় না। ব্যবহারিক কাজের ফলে শিক্ষার্থীর দক্ষতা বৃদ্ধি পায়। এই দক্ষতার পরিমাপ করবার জন্য ব্যবহারিক পরীক্ষার প্রয়োজন।

ব্যবহারিক পরীক্ষার উদ্দেশ্য—এই উদ্দেশ্য হ'ল কতকগুলি বিষয় পরিমাপ করা, যেমন—(ক) শিক্ষার্থীর পরীক্ষা সম্পাদনের দক্ষতা—শিক্ষার্থী যন্ত্রপাতি ঠিকমত সাজাতে পারে কি না, উপযুক্ত যন্ত্রপাতির ব্যবহার করে কি না, সতর্কতা ও বিশুদ্ধতা রেখে দ্রুত পরীক্ষা সম্পাদন ও পর্যবেক্ষণ করতে পারে কি না, (খ) পরীক্ষালব্ধ ফল সংব্যর্থতার দক্ষতা—শিক্ষার্থী পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ, পরীক্ষার ফল গাণিতিক উপায়ে বা লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ এবং পরীক্ষালব্ধ ফল যথাযথ লিপিবদ্ধ করতে পারে কি না, (গ) অঙ্কনমূলক দক্ষতা—শিক্ষার্থী কোন বিষয়বস্তু বা যন্ত্রপাতির চিত্র অঙ্কন করতে পারে কি না, সংগৃহীত তথ্যকে চার্ট, গ্রাফ ইত্যাদির মাধ্যমে প্রকাশ করতে পারে কি না, (ঘ) নির্মাণমূলক দক্ষতা—শিক্ষার্থী নিজহাতে যন্ত্রপাতি নির্মাণ করতে পারে কি না ইত্যাদি।

ব্যবহারিক পরীক্ষার বিষয়বস্তু—ব্যবহারিক পরীক্ষার যথাযথ বৃদ্ধি করতে হ'লে পরীক্ষার নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অন্তর্ভুক্ত করা প্রয়োজন—(ক) শিক্ষার্থীকে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির চিত্র অঙ্কন ও উহার অংশ চিহ্নিত করতে দেওয়া, (খ) পরীক্ষা পদ্ধতির নিয়ম নুগ স্তরগুলি লিখতে বলা, (গ) পর্যবেক্ষণ নিয়মিত উপায়ে লিপিবদ্ধ করতে বলা, (ঘ) নিজ উপায়ে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে বলা ও (ঙ) বিশেষভাবে কোন সতর্কতা গ্রহণের প্রয়োজন হ'লে সেগুলি উল্লেখ করতে বলা।

মূল্যায়নের উপায়—শুদ্ধমাত্র একটি পরীক্ষার সাহায্যে শিক্ষার্থীর ব্যবহারিক অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন করলে পরীক্ষার নির্ভরযোগ্যতা কমে যাবে, কারণ একটি পরীক্ষার পরীক্ষার্থীর দক্ষতার সমস্ত দিকগুলি পরিমাপ করা সম্ভব নয়। তেমনি পরীক্ষার্থীকে সমস্ত পরীক্ষাগুলি সম্পাদন করতে বলাও সম্ভব হয়। এর জন্য নিম্নলিখিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন।

(ক) শিক্ষার্থীর ল্যাবরেটরী নোটবুকের উপর গুরুত্ব স্থাপন—শিক্ষার্থী অর্থাৎ পরীক্ষার্থীর অনেক বৈশিষ্ট্য বা গুণের মূল্যায়ন করা যেতে পারে ল্যাবরেটরী নোটবুকের মাধ্যমে। শিক্ষার্থী দৈনন্দিন পরীক্ষাগুলি পরীক্ষা-পদ্ধতি ও অন্যান্য কাজের

রেকর্ড' নিয়মিতভাবে নোটবুকে রাখবে। শিক্ষক শিক্ষার্থীর নোটবুকের বিবরণ, অঙ্কন, গণনা ও অন্যান্য কাজগুলি সংশোধন করে দেবেন। বহিঃমূল্যায়নের ক্ষেত্রে এই নোট বুক ব্যবহার করা যেতে পারে। নোটবুক থেকে জানা যাবে—

(i) শিক্ষার্থীর নিয়মানুবর্তিতা, (ii) শিক্ষাবর্ষে পরীক্ষামূলক কাজের পরিমাণ, (iii) পরীক্ষার বিবরণ লিপিবদ্ধ করবার দক্ষতা, (iv) সঠিক ফললাভের দক্ষতা, (v) নকশা ও চিত্রাদি অঙ্কনের দক্ষতা, (vi) নিজহাতে মডেল চাট', যন্ত্রপাতি ইত্যাদি নির্মাণের দক্ষতা, (vii) প্রজেক্টধর্মী কাজের বিবরণ ইত্যাদি।

[নোটবুকের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কিত আলোচনার জন্য “বিজ্ঞানের পরীক্ষাগারের” ৫৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।]

(খ) শিক্ষকের রেকর্ড—সারা বছর ধরে শ্রেণী এবং শ্রেণীর বাইরে দৈনন্দিন ব্যবহারিক কাজের বিষয়ে শিক্ষকের রেকর্ডের উপর গুরুত্ব দিতে হবে। শিক্ষার্থী কতখানি দক্ষতার সাথে পরীক্ষাগারের কাজ সম্পন্ন করেছে সেগুলি শিক্ষক তাঁর ডায়েরীতে লিখে রাখবেন। শিক্ষার্থীর কাজের অন্তিম মূল্যায়নের ক্ষেত্রে ডায়েরী খুবই কার্যকরী হবে।

(গ) অনুশীলনীর (বা পরীক্ষার) সংখ্যা বৃদ্ধি করতে হবে (Increasing number of exercises)—বহিঃমূল্যায়নে শিক্ষার্থীদের একটি দীর্ঘ পরীক্ষা না করতে দিয়ে একাধিক ছোট ছোট পরীক্ষা করতে দেওয়া যেতে পারে।

(ঘ) পরীক্ষার কাজ উদ্দেশ্যভিত্তিক হবে (Making exercises objective based)—পরীক্ষার সাহায্যে শিক্ষার্থীর কোন ধরনের উদ্দেশ্যমূলক অভিজ্ঞতার পরিমাপ করতে হবে, সেটা আগের থেকে ঠিক করেই পরীক্ষার কাজ দেওয়া উচিত।

(ঙ) নম্বরদান পদ্ধতির উন্নতিবিধান (Improving Scoring procedure)—পরীক্ষার কাজের বিভিন্ন অংশের জন্য নম্বর নির্দিষ্ট করতে হবে এবং মৌখিক পরীক্ষা ও বিদ্যালয়ের দৈনন্দিন কাজের রেকর্ডের জন্য নম্বর নির্দিষ্ট করতে হবে। শিক্ষার্থীকে নম্বরদানের ভিত্তি আগে থেকে জানাতে হবে। এর ফলে নম্বরদানের নৈর্ব্যক্তিকতা বৃদ্ধি পাবে।

(চ) ব্যবহারিক পরীক্ষা-ব্যবস্থা এমন হওয়া উচিত যার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর অনেক ক্ষমতার পরিমাপ করা যায় (Improving Sampling of Abilities and Content)—দক্ষতার বিভিন্ন দিকগুলি যাতে পরিমাপ করা যায় এমন ভাবেই পরীক্ষার ব্যবস্থা করতে হবে।

(ছ) ব্যবহারিক পরীক্ষার কাজের মধ্যে বৈচিত্র্য সৃষ্টি করতে হবে (Making the Laboratory work flexible)—বইয়ের পরীক্ষাগুলিকে আক্ষরিক অর্থে শিক্ষার্থীদের করতে না দিয়ে কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত উপায়ে করতে দেওয়া যেতে পারে।

ব্যবহারিক কাজ চলাকালীন শিক্ষক ঘুরে ঘুরে শিক্ষার্থীদের কাজের অগ্রগতি, বিশুদ্ধতা, খারাবাহিকতা, নৈপুণ্য ও অন্যান্য গুণগুলি লক্ষ্য করবেন।

## ॥ দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন ॥

( Long term objective based evaluation )

॥ ১ ॥ পর্যবেক্ষণ (Observation of Student's behaviour) — শিক্ষার্থীকে সরাসরি পর্যবেক্ষণ করলে মূল্যায়নের জন্য প্রয়োজনীয় অনেক বিবরণ জানতে পারা যায়। সাধারণ মেলামেশা, খেলাধুলা, শ্রেণী-পরীক্ষাগার ও বিজ্ঞান-সমিতির কাজের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীকে পর্যবেক্ষণ করা যায়। পর্যবেক্ষণলব্ধ বিবরণের সাহায্যে কোন অভীক্ষার স্কেল গঠন করা সম্ভব না হলেও অন্ততঃ শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত আচরণমূলক সংবাদ সংগ্রহ করা সম্ভব। এই সব পর্যবেক্ষণভিত্তিক বিবরণের মাধ্যমে ক্রমান্বয়ে জানা যায় শিক্ষার্থীর অন্তর্দৃষ্টি, উপায়-উদ্ভাবনী ক্ষমতা, হাতাশা, উদাসীন্য, বিপদে উপস্থিত বৃদ্ধি, কোন পদ্ধতির দৃষ্টি সম্পর্কিত ধারণা, কোন কাজের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সম্পর্কে ধারণা, সঠিকভাবে কাজ করবার উৎসাহ, স্বেচ্ছাকৃত কাজ ইত্যাদি। এই সব পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে চেকলিস্ট তৈরি করতে পারলে শিক্ষকের কাজ অনেক সহজ হয়।

॥ ২ ॥ সাক্ষাৎকার (Interviews) — সাক্ষাৎকারে শিক্ষক শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন প্রশ্ন করে তার বিজ্ঞান-বিষয়ক আগ্রহ ও দৃষ্টিভঙ্গী সম্পর্কিত তথ্যাদি সংগ্রহ করতে পারেন। অবশ্য সাক্ষাৎকারের পূর্বে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রীতির সম্পর্ক (Rapport) গড়ে তুলতে হবে। তা না হলে সাক্ষাৎকারে শিক্ষকের ব্যক্তিগত শিক্ষার্থীর উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে।

॥ ৩ ॥ প্রশ্নগুচ্ছ (Questionnaire) — শিক্ষার্থীর আগ্রহ ও দৃষ্টিভঙ্গী পরিমাপের জন্য সম্প্রতি প্রশ্নগুচ্ছ ব্যবহার করা হচ্ছে। প্রশ্নগুচ্ছ হ'ল নির্দিষ্টকমে সম্বন্ধিত কতকগুলি প্রশ্ন। অনেক সময় আদর্শায়িত প্রশ্নগুচ্ছ ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

উদাহরণ — দৃষ্টিভঙ্গী পরিমাপক স্কেল (Attitude Scale)

শিক্ষার্থীর দৃষ্টিভঙ্গী পরিমাপের জন্য শিক্ষক তাকে বিভিন্ন পরিস্থিতিতে এবং বিভিন্ন কাজের মধ্যে পর্যবেক্ষণ করতে পারেন। তবুও অনেক সময় লিখিত প্রশ্নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর দৃষ্টিভঙ্গী জেনে নেওয়া সম্ভব। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন ধরনের প্রশ্নের একটি তালিকা দেওয়া হয় এবং প্রশ্নগুলির প্রকৃতি অনুযায়ী উত্তর দিতে বলা হয়। উত্তরগুলি সাধারণতঃ 'হ্যাঁ' (agree) : 'জানি না' (uncertain), 'না' (Disagree) এই তিন ধরনের হয়। প্রশ্নগুলিকে আদর্শায়িত করে দৃষ্টিভঙ্গী পরিমাপক স্কেল গঠন করা সম্ভব এবং এই স্কেল-ব্যবহারের ফলে দৃষ্টিভঙ্গী পরিমাপ অনেক সহজসাধ্য ও নির্ভরযোগ্য হয়ে ওঠে।

নির্দেশ : তুমি নিচের বিবরণের সঙ্গে একমত বা ভিন্নমত হতে পার। তোমার কোন নির্দিষ্ট মতামত নাও থাকতে পারে। ডানদিকের তিনটি শব্দস্থানের একটিতে চিহ্ন দিয়ে তোমার দৃষ্টিভঙ্গী জানাতে সাহায্য কর।

হ্যাঁ না জানিনা

১। কৃষ্ণ আলো সূর্যের আলোর মত চোখের পক্ষে উপকারী নয়।

— — —

২। পরীক্ষালব্ধ ফলের চাইতে শিক্ষকের মুখের কথা অধিক বিশ্বাসযোগ্য।

— — —

৩। স্বপ্নের অনুশাসন অপেক্ষা বিজ্ঞানের অনুশাসন অধিক গ্রহণযোগ্য।

— — —



॥ ৪ ॥ চেকলিস্ট (Checklist)—যে কোন উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়নের ক্ষেত্রে চেকলিস্ট ব্যবহার করা যেতে পারে। চেকলিস্ট অনেকটা প্রশ্নগুরুত্বের মতই তবে এখানে প্রশ্ন ও বিবৃতিগুলি আরও স্পষ্টভাবে উল্লিখিত থাকে। চেকলিস্টের প্রশ্ন বা বিবৃতিগুলিকে কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য অনুসারে চেক করতে হয় এবং চেক করার পর মতামত প্রকাশ করতে হয়। কখনও কখনও কোন সংশোধন বা পরিবর্তন করতে হয়, ইত্যাদি।

উদাহরণ পাশে A বসায় যদি বিবৃতিটি তুমি সমর্থন কর।

” D ” ” ” ” ” ” না কর এবং সেক্ষেত্রে বিবৃতিটি

সংশোধন কর।

বিবৃতি : হাইড্রোজেন পরমাণুতে দু’টি প্রোটন থাকে। [ ]

সংশোধিত বিবৃতি :—

॥ ৫ ॥ রেটিং স্কেল (Rating Scale)—কোন ঘটনা, বস্তু বা বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে মতামত বা সিদ্ধান্তকে একটি স্কেলের সাহায্যে প্রকাশ করা গেলে সেই স্কেলকে রেটিং স্কেল বলা যেতে পারে। স্কেলগুলি বিভিন্ন ধরনের হ’তে পারে।

(i) বর্ণনামূলক (Descriptive)

A	B	C	D	E
খুব ভাল	ভাল	সাধারণ	খারাপ	বেশ খারাপ
[ পাঁচ মাত্রার স্কেল—Five point Scale ]				

(ii) সংখ্যামূলক (Numerical)—সংখ্যার সাহায্যে কোন বৈশিষ্ট্যের বিভিন্ন মাত্রাকে সারিতে সাজানো যায়। [ উপরের স্কেলটি সংখ্যার সাহায্যে সাজিয়ে দেখানো হ’ল। ]

A	B	C	D	E
1	2	3	4	5

(iii) রেখ চিত্রের সাহায্যে কোন বৈশিষ্ট্যকে উদ্ভিন্নভাবে প্রকাশ করা যায়।

॥ ৬ ॥ সৃজনধর্মী কাজ (Creative Activities)—শিক্ষার্থী নিজের খেলালে বা আগ্রহের বসবস্তু হলে ছবি আঁকে, মডেল তৈরি করে, প্রবন্ধ লেখে, সংবাদ সংগ্রহ করে, যাদুঘর সাজায়, বিজ্ঞান মেলা ও বিজ্ঞান সন্মিলনে অংশগ্রহণ করে। এই সব সহ-পাঠক্রমিক কাজের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীর সৃজনধর্মী প্রতিভার প্রকাশ ঘটে, তার বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর পরিচয় মেলে; তার জ্ঞান, ধারণা ও প্রয়োগ-ক্ষমতার পরিচয় পাওয়া যায়।

[ কিভাবে মূল্যায়ন করতে হয়, তার জন্য “সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী” অধ্যায়ে “বিতক” (৪.৪) “বিজ্ঞান মেলা” (৪.৫) ইত্যাদি দেখুন ]

॥ ৭ ॥ রেকর্ড এবং ডায়েরী (Record & Diary)—উপরের আলোচনা থেকে একথা স্পষ্টই বোঝা যায়, ভৌত বিজ্ঞানের মূল্যায়ন পদ্ধতি শুধু কাগজ-কলমের পরীক্ষার মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে না। কারণ তার মধ্যে শিক্ষার্থীর সর্বাঙ্গীণ বিকাশের কোন পরিচয় পাওয়া যায় না। ভৌত বিজ্ঞান মূল্যায়ন শুধু যে ভৌত বিজ্ঞানের পাঠক্রমিক ও সহপাঠক্রমিক কাজের মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকবে, সেটাও ভাবা ঠিক নয় ;

ভৌত বিজ্ঞানশিক্ষা শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত জীবনে কি পরিবর্তন এনেছে, সেটাও মূল্যায়নের মাধ্যমে জেনে নিতে হবে। মূল্যায়নের জন্য শিক্ষার্থী সম্পর্কে ব্যাপক তথ্য সংগ্রহ করতে হ'লে শিক্ষার্থীর বিভিন্ন কাজ ও আচরণের রেকর্ড রাখা প্রয়োজন। রেকর্ড দু'ধরনের হতে পারে (i) শিক্ষার্থীর ব্যবহারের জন্য ডায়েরী (Pupil's diary)—এতে শিক্ষার্থী তার সারা বছরের কাজের বিবরণ লিখবে এবং (ii) শিক্ষকের ব্যবহারের জন্য রেকর্ড বা সর্বাত্মক পরিচয়-লিপি (Cumulative Record Card);—এর মধ্যে শিক্ষক শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত আচরণ ও বিভিন্ন শিক্ষাগত আচরণ লিপিবদ্ধ করতে পারেন। এই দুই ধরনের রেকর্ডের সাহায্যে শিক্ষার্থীর আগ্রহ, প্রবণতা, দৃষ্টিভঙ্গী এবং তার সঙ্গে জড়িত সামাজিক ও পারিবারিক অবস্থাগুলির আভাস পাওয়া যায়। এই দু'ধরনের রেকর্ডের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর সারা বছরের তত্ত্বিক পাঠ, ব্যবহারিক কাজ ও সহপাঠ্যক্রমিক কার্যাবলীর এক ধারাবাহিক বিবরণ পাওয়া যেতে পারে। অবশ্য রেকর্ড-লিখন এবং সংস্করণের ব্যাপারে শিক্ষক এবং শিক্ষার্থী উভয়কেই বিশেষ সত্ৰবান হতে হবে।

সর্বাত্মক পরিচয় লিপির নমুনা¹—শিক্ষক কিভাবে সর্বাত্মক পরিচয়-লিপিতে রেকর্ড রাখবেন, তার একটি নমুনা দেওয়া হ'ল।

### সর্বাত্মক পরিচয়-লিপি

ছাত্রের নাম— পিতার নাম—  
 শ্রেণী— বিভাগ— ক্রমিক নং—  
 হাজিরা— শিক্ষাবর্ষ—

ব্যবহারিক কাজের রেকর্ড		আসাইনমেন্ট (Assignments)	অভ্যন্তরীণ পরীক্ষা				বিজ্ঞান বিষয়ক সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলী	শিক্ষকের মতামত
		1 2 3 4 5	1	2	3	4		
পরীক্ষা সম্পাদন কর্ম ফলের বিবরণ বা প্র্যাকটিক্যাল নোট বই মৌখিক পরীক্ষা			সাপ্তাহিক	মাসিক	সেমিস্টার	বাৎসরিক	প্রজেক্ট	(ক) পর্যবেক্ষণের ক্ষমতা
							স্বহস্ত-নির্মিত যন্ত্রপাতি	(খ) পরীক্ষা-মূলক দক্ষতা
							বিজ্ঞান-সম্মতি	
							ভ্রমণ	
							বিজ্ঞান বিষয়ক দ্রব্য	

বিঃ দ্রঃ (ক) উদ্দেশ্য গুরুত্ব খ A, B, C, D, E এই পাঁচমাত্রার স্কেল  
 (i) জ্ঞান ৫০% ব্যবহার করতে হবে যেখানে  
 (ii) প্রয়োগ ২৫% A, বেশ ভাল D, খারাপ  
 (iii) দক্ষতা ১৫% B, ভাল E, বেশ খারাপ  
 (iv) পর্যবেক্ষণ ১০% C, সাধারণ

1. cf. Teaching of Science—Sharma & Sharma 3rd Ed P-233.

## বিজ্ঞানের মূল্যায়নে নম্বর বণ্টন

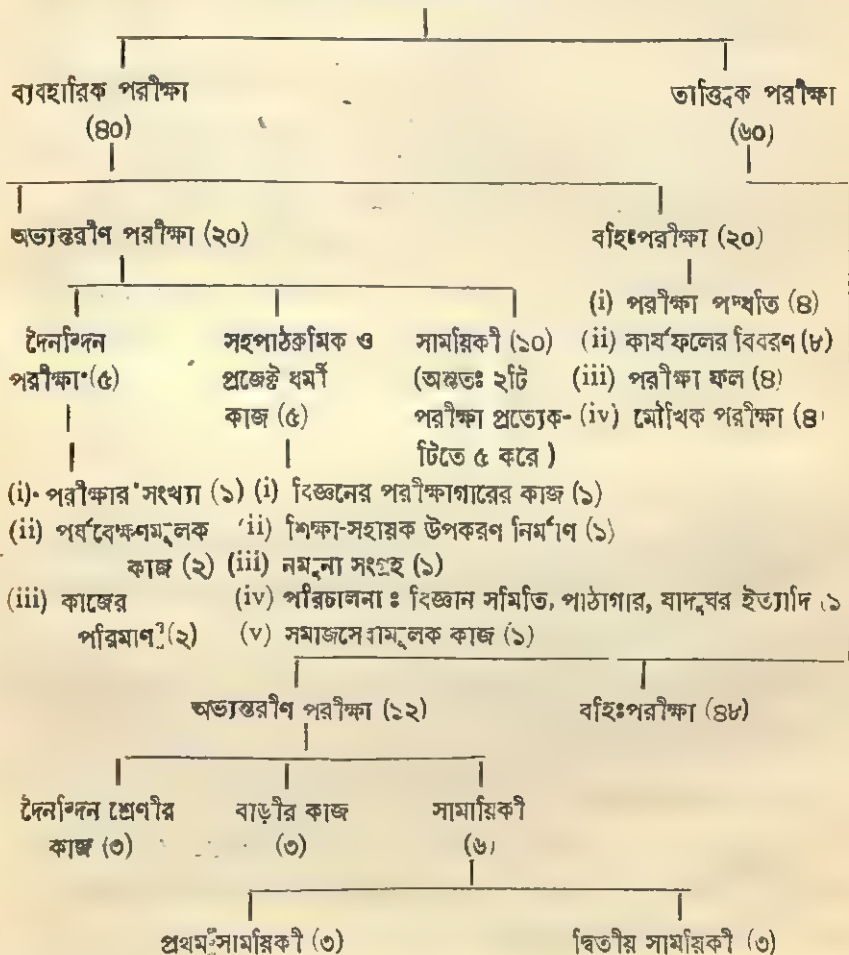
All India Council of Secondary Education (পরবর্তীকালে DEPS)-

এর উদ্যোগে ১৯৫৬ সালে সিমলার তারাদেবীতে অনুষ্ঠিত বিজ্ঞান-শিক্ষা সেমিনারে  
বিজ্ঞানের মূল্যায়নে নম্বর বণ্টনের সুপারিশটি নীচে দেওয়া হ'ল।

## বিজ্ঞানের মূল্যায়ন

(নম্বর বণ্টনের শতকরা হিসাব)

(নম্বর ১০০)



বি. দ্র. বহিঃপরীক্ষা এবং অভ্যন্তরীণ পরীক্ষা দুটিতেই নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের জন্য  
আধ-ঘণ্টা এবং অন্যান্য প্রশ্নের জন্য দু' ঘণ্টা করে সময় দিতে হবে।

## উদ্দেশ্যভিত্তিক প্রশ্ন

(Objective based Questions)

প্রশ্নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতার মূল্যায়ন করা হয়। যে উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়া হয়, মূল্যায়নের মাধ্যমে জেনে নেওয়া হয়, সে উদ্দেশ্য কতটুকু সফল হয়েছে। সুতরাং প্রশ্ন রচনার বিজ্ঞান-শিক্ষার উদ্দেশ্য ও আচরণগত পরিবর্তন (বিশেষ উদ্দেশ্য) উল্লেখ করা উচিত। সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক এবং নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের ক্ষেত্রে একটি উদ্দেশ্য থাকে কিন্তু রচনাধর্মী প্রশ্নে একাধিক উদ্দেশ্য থাকতে পারে। উদ্দেশ্যভিত্তিক প্রতিটি প্রশ্ন রচনা ও মূল্যায়নের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত নিয়মগুলি মেনে চলা উচিত।

একটি ছোট মাপের সাদা কাগজের সামনের দিকে প্রশ্নের উদ্দেশ্য, আচরণ (বিশেষ উদ্দেশ্য), প্রশ্নের গঠন, বিষয় (Topic), বিশেষ বিষয় (Sub Topic), শ্রেণী (Class), আনুমানিক কাঠিন্য মাত্রা (Estimated Difficulty)—সহজ/মাঝারি/কঠিন উল্লেখ করতে হবে। তার নীচে প্রশ্নটি লিখতে হবে।

কাগজের উল্টো দিকে, উত্তর এবং নম্বর উল্লেখ করতে হবে। প্রশ্নটি নৈর্ব্যক্তিক হলে উত্তর নির্দেশিকা (key), সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক হ'লে সম্ভাব্য উত্তর এবং রচনাধর্মী হ'লে সংকীর্ণ উত্তর (Outline Answer) লিখে দিতে হবে। শেষোক্ত দু'টি ক্ষেত্রে উত্তরের কোন অংশে কত নম্বর দেওয়া হচ্ছে দেখতে হবে।

**উদাহরণ—(উত্তর দেওয়া হয়নি)**

**রচনাধর্মী প্রশ্ন :**

উদাহরণ : উদ্দেশ্য—জ্ঞান ও দক্ষতা, আচরণ—শিক্ষার্থী স্মরণ করবে, চিত্র অঙ্কন করবে, প্রশ্নের গঠন—রচনাধর্মী, বিষয়—তড়িৎ কোষ, বিশেষ বিষয়—সরল কোষ, শ্রেণী—দশম, কাঠিন্য মাত্রা—মাঝারি।

প্রশ্ন—চিত্র সহযোগে একটি সরল তড়িৎ কোষের গঠন এবং কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।

**সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক**

উদাহরণ : উদ্দেশ্য—ধারণা, আচরণ—তুলনা করবে, প্রশ্নের গঠন—সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক, বিষয়—গ্যাস, বিশেষ বিষয়—হাইড্রোজেন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস, শ্রেণী—নবম, কাঠিন্য মাত্রা—মাঝারি।

প্রশ্ন—হাইড্রোজেন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাসের প্রস্তুত প্রণালী ও সংগ্রহ পদ্ধতির তুলনা কর।



## নৈব্যক্তিক প্রশ্ন

উদাহরণ ১। উদ্দেশ্য—জ্ঞান, আচরণ—মনে করবে, প্রশ্নের গঠন—সত্য-মিথ্যা, বিষয়—কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি, শ্রেণী—নবম, কাঠিন্য মাত্রা—সহজ।

প্রশ্ন—(নীচের বক্তব্য সত্য কি মিথ্যা পাশের বন্ধনীতে লেখ) কাজের সুবিধার জন্য দাঁড়িপাল্লা ব্যবহার করা হয়। [ ]

২। উদ্দেশ্য—ধারণা, আচরণ—নির্বাচন—করবে, প্রশ্নের গঠন—বহু নির্বাচনী, বিষয়—তাপ ও তাপমাত্রা, শ্রেণী—অষ্টম, কাঠিন্যমাত্রা—মাকার।

প্রশ্ন—নিম্নলিখিত পদগুলির মধ্যে যেটি সমশ্রেণীভূত নয় সেটি খুঁজে বের করে তার নম্বরটি বন্ধনীতে লেখ। (ক) ক্যালরি (খ) ডিগ্রী—ফারেনহাইট (গ) জল তুল্যাক, (ঘ) ফোকাস দূরত্ব ও (ঙ) উদ্ভিদ স্থিরাঙ্ক [ ]

৩। উদ্দেশ্য—ধারণা, আচরণ—সাদৃশ্য নির্ণয় করবে, প্রশ্নের গঠন—মিলন ধর্মী, বিষয়—তাপ ও তাপমাত্রা, শ্রেণী—নবম, কাঠিন্যমাত্রা—কঠিন।

প্রশ্ন—নীচের দুটি স্তম্ভের যে পদ দুটি বিশেষভাবে সম্পর্কযুক্ত, তাদের নম্বর-গুলি প্রান্তিক বন্ধনীতে পাশাপাশি লেখ।

A. তাপমাত্রা	a) স্ফুটনাঙ্ক	[ A ]
B. পরিবহন	b) ক্যালরিমিটার	[ B ]
C. তাপ	c) লোহা	[ C ]
D. পরিচলন	d) থার্মিটার	[ D ]
E. সেলসিয়াস স্কেল	e) বায়ু	[ E ]
	f) বেগ	

৪। উদ্দেশ্য—প্রয়োগ, আচরণ—কারণ নির্ণয় করবে, প্রশ্নের গঠন—মাষ্টার লিস্ট, বিষয়—আলোক বিজ্ঞান, বিশেষ বিষয়—লেন্স, শ্রেণী—নবম, কাঠিন্যমাত্রা—কঠিন।

প্রশ্ন—নীচের প্রত্যেকটি বিবরণের (statement) জন্য উপরের লিস্টের (Master list) যে বিকল্পটি উপযুক্ত সেটি নির্দেশিত বন্ধনীতে লেখ।

(ক) যদি প্রতিবিশ্ব বস্তু অপেক্ষা ক্ষুদ্র হয়, (খ) বস্তুর সমান হয়, (গ) বস্তু অপেক্ষা বৃহৎ হয়, (ঘ) বস্তু অপেক্ষা ক্ষুদ্র এবং সমশীর্ষ হয়।

- (১) তাহলে, লেন্সটি উত্তল হবে,
- (২) লেন্সটি অবতল হবে,
- (৩) লেন্সটি উত্তল এবং অবতল উভয়ই হতে পারে,
- (৪) বস্তু ২f দূরত্বে থাকবে এবং লেন্সটি উত্তল হবে,
- (৫) উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে বস্তু ২f-এর বাইরে থাকবে।

[ ১— ; ২— ; ৩— ; ৪— ; ৫— ]

ভোঃ বিঃ শিঃ দ্বিতীয় পর্ব—৪ ( N. P. )

৫। উদ্দেশ্য—ধারণা, আচরণ—সাদৃশ্য নির্ণয় করবে, প্রশ্নের গঠন—উপমান ধর্মী (Analogy Type), বিষয় একক (Units), শ্রেণী—নবম। কাঠিন্যমাত্রা—মার্বারি।

প্রশ্ন—মিলিমিটার : মিটার : সেন্টিমিটার :—

৬। উদ্দেশ্য—ধারণা, আচরণ—বিন্যাস করবে, প্রশ্নের গঠন—শ্রেণীবিন্যাসমূলক, বিষয়—ধাতু, শ্রেণী—দশম, কাঠিন্যমাত্রা—কঠিন।

প্রশ্ন—পারমাণবিক সংখ্যার উষ্মক্ৰমে মৌলিক পদার্থগুলিকে সাজাও। (ক) লোহা, (খ) তামা, (গ) দস্তা, (ঘ) অ্যালুমিনিয়াম (ঙ) সোনা।

৭। উদ্দেশ্য—জ্ঞান, আচরণ—চিনতে পারবে, প্রশ্নের গঠন—সম্পূর্ণ করবে, বিষয়—বর্ণালী, শ্রেণী—নবম, কাঠিন্যমাত্রা—সহজ।

প্রশ্ন—উপযুক্ত শব্দের সাহায্যে শূন্যস্থান পূরণ কর। সাদা আলো থেকে বর্ণালী গঠন করতে হ'লে একটি—দরকার হয়।

## 10. 7. উদ্দেশ্যভিত্তিক অভীক্ষা/প্রশ্নপত্র রচনা

( Preparation of Objective Based

Test or Question Paper )

(১) অভীক্ষার পরিকল্পনা—অভীক্ষা রচনায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব দেওয়া হয়।

(ক) উদ্দেশ্য—যে যে উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে শিক্ষাগত পরিমাপ করা হবে সেগুলি ঠিকমত উল্লেখ করতে হবে। উদ্দেশ্যগুলিকে বিশ্লেষণ ক'রে আচরণগত পরিবর্তন-গুলি উল্লেখ করতে হবে। প্রশ্ন রচনায় বিভিন্ন উদ্দেশ্যের উপর কতটুকু গুরুত্ব দেওয়া হবে, তা ঠিক করা দরকার।

(খ) বিষয়—পাঠ্যবিষয়ের কোন অংশের ( একক ) উপর প্রশ্ন করা হ'বে, এককের কোন অংশের উপর কতটুকু গুরুত্ব দিতে হবে ঠিক করতে হবে।

(গ) প্রশ্নের গঠন—প্রশ্নপত্রে বিভিন্ন ধরনের প্রশ্ন কি অনুপাতে থাকবে ঠিক করতে হবে। প্রশ্নের সংখ্যা কত হ'বে তাও ঠিক করা দরকার।

(ঘ) কাঠিন্যমাত্রা—শিক্ষার্থীর মানসিক ধোয়াভা, বিষয়গত জটিলতা এবং পরীক্ষার সময়ের পরিপ্রেক্ষিতে কাঠিন্যমাত্রা প্রাথমিকভাবে স্থির করতে হয়। বিভিন্ন কাঠিন্যমাত্রার প্রশ্ন কি অনুপাতে থাকবে ঠিক করতে হবে।

(৪) রুদ্র প্রিন্ট—উদ্দেশ্য, বিষয়, প্রশ্নের গঠন, প্রশ্নের সংখ্যা ও উহাদের আনুপাতিক গুরুত্বকে একত্রিত করে পরিকল্পনার একটি চূড়ান্তরূপ ( Blue Print ) দিতে হবে। অর্থাৎ রুদ্র প্রিন্টটি হবে ত্রিমাত্রিক—এর থেকে হিসাব করে অনাম্যাসে বোঝা যাবে, উদ্দেশ্য, বিষয়, ও প্রশ্নের গঠন ইত্যাদির কোনটির উপর কতখানি গুরুত্ব দেওয়া হচ্ছে, কোনটির উপর কতগুলি প্রশ্ন করা হচ্ছে। কাঠিন্যমাত্রাকে রুদ্র প্রিন্টের অন্তর্ভুক্ত করা অসুবিধাজনক বলে কাঠিন্যমাত্রাকে সবসময় পৃথকভাবেই উল্লেখ করতে হয়।

(২) অভীক্ষা প্রস্তুতি—অভীক্ষা প্রস্তুতির সময়

(ক) রুদ্র-প্রিন্ট ও কাঠিন্যমাত্রা অনুযায়ী প্রশ্ন রচনা করতে হয়।

(খ) প্রশ্নপত্রে একই ধরনের প্রশ্নগুলিকে এক জায়গায় রাখতে হয়।

(গ) প্রশ্নগুলিকে কাঠিন্যমাত্রার উদ্ভিন্ন ক্রমে সাজান উচিত।

(ঘ) প্রশ্নের ভাষা সহজ, সংক্ষিপ্ত ও স্পষ্ট হওয়া উচিত।

(ঙ) প্রশ্নপত্রে একটি সাধারণ নির্দেশ এবং বিশেষ বিশেষ প্রশ্নে পৃথক নির্দেশ দেওয়া দরকার।

(৩) অভীক্ষা প্রয়োগ—অভীক্ষা প্রয়োগের সময় কয়েকটি বিষয়ে লক্ষ্য রাখতে হবে।

(ক) রচনাধর্মী, সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী ও নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের উত্তর একসাথে না করতে দেওয়া উচিত।

(খ) সময় এমন দেওয়া উচিত যাতে ৮০% অভীক্ষার্থী সব প্রশ্নের উত্তর লেখার সুযোগ পায়।

(গ) প্রশ্ন নির্বাচন, উত্তর লিখন ও নম্বর বণ্টন সম্পর্কে সুস্পষ্ট নির্দেশ যেন থাকে।

(৪) স্কেরিং পদ্ধতি—

(ক) নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের জন্য একটি উত্তর-নির্দেশিকা (key), সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্নের জন্য সম্ভাব্য উত্তর এবং রচনাধর্মী প্রশ্নের জন্য সাংকেতিক উত্তর লিখতে হবে। শেষোক্ত দুটি ক্ষেত্রে উত্তরের কোন অংশে কত নম্বর দেওয়া হচ্ছে দেখাতে হবে।

(খ) বহু নির্বাচনী প্রশ্নে অনুমানের ভিত্তিতে যাতে উত্তর না দিতে পারে তার জন্য নম্বর কাটার ব্যবস্থা থাকবে।

(৫) অভীক্ষার বিশ্লেষণ—অভীক্ষা রচনার শেষে প্রতিটি প্রশ্নের একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

10. 7. কোন পাঠ এককের উপর উদ্দেশ্যভিত্তিক নমুনা প্রশ্নপত্র বা অভীক্ষার উদাহরণ

( An Example of a Sample Unit Test )

[ বিদ্যালয়ে বিজ্ঞানের কোন অংশের উপর পাঠদানের পর শিক্ষার্থীদের বিষয়গত জ্ঞানের পরিমাপের ক্ষেত্রে আদর্শীকৃত অভীক্ষা থেকে শিক্ষককৃত অভীক্ষার গুরুত্ব বেশী। এখানে বিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয়ের কোন অংশের ( একক ) উপর শিক্ষক কি ভাবে উদ্দেশ্যভিত্তিক প্রশ্নপত্র রচনা করবেন তার উদাহরণ দেওয়া হ'ল। ]

বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান, একক—কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি

শ্রেণী—নবম

সময়—40 মিনিঃ

পূর্ণমান—30

(ক) প্রশ্নপত্রের পরিকল্পনা ( Design )

(i) উদ্দেশ্যগুলির আনুপাতিক গুরুত্ব ( Weightage of the Objectives )

ক্রমিক নং	উদ্দেশ্য	নম্বর	শতকরা নম্বর
১	জ্ঞান (K)	10	33.33
২	ধারণা (U)	7	23.33
৩	প্রয়োগ (A) দক্ষতা (S K)	13	43.34
মোট		30	100.00



- ০ (ii) বিষয়ের বিভিন্ন অংশে আনুপাতিক গুরুত্ব (Weightage to the Content)

ক্রমিক নং	বিষয় পরিধি	নম্বর	শতকরা নম্বর
১	কাজ, ক্ষমতা ও শক্তির সংজ্ঞা এবং উদাহরণ	17	56.67
২	উহাদের একক	3	10.00
৩	কাজ করবার যন্ত্রপাতি	10	33.33
মোট		30	100

- (iii) প্রশ্নের রূপগুলির উপর আনুপাতিক গুরুত্ব (Weightage to the form of the questions)

ক্রমিক নং	প্রশ্নের গঠন	নম্বর	শতকরা নম্বর
১	নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন (O. T)	12	40
২	সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন (S.A)	9	30
৩	রচনামূলক প্রশ্ন (E)	9	30
মোট		30	100

- (iv) প্রশ্নের আনুমানিক কাঠি মাত্রা ( Estimated Difficulty level)

কাঠি মাত্রা	প্রশ্নের ক্রমিক নং	নম্বর	শতকরা নম্বর
সহজ (C)	1 (a), 4, 5, 7, 10 (a), 14 (a)	9	30
মাঝারি (B)	1 (b), 3, 10 (b), 11, 12, 15 (b)	12	40
কঠিন (A)	2, 6, 8, 9, 13 15a	9	30
	মোট	30	100

## (৭) ব্লু প্রিন্ট (Blue Print)

উদ্দেশ্য (Obj)	K			U			A বা SK			মোট নম্বর	শত করা নম্বর
প্রশ্নের গঠন বিষয় পরিধি	E	S	O	E	S	O	E	S	O		
১. কাজ, ক্ষমতা শক্তির সংজ্ঞা	4 (1)		1 (2)			1 (1)		3(3)	1 (1)	17(8)	56 67
২. একক			1 (2)			1 (1)				(3)	10 0 0
৩. কাজ কর- বার যন্ত্রপাতি	1 (1)		1 (1)	2(1)*		1 (3)	2 (1)		1 (1)	10(6)	33-33
মোট নম্বর	5 (1)		5 (5)	2(1)*		5 (5)	2 (1)	9 (3)	2 (2)		
	10 (6)			7 (5)			13 (6)			30 (17)	100

ব.প্র.—(a) বন্ধনীর মধ্যস্থিত সংখ্যাটি প্রশ্নের সংখ্যা এবং বন্ধনীর বাইরের সংখ্যাটি প্রশ্নপিছু নম্বর নির্দেশ করে মোট নম্বরের সারি অথবা স্তম্ভে ব্যাপারটি একটু পৃথক ; সেখানে বন্ধনীর বাইরের সংখ্যাটি মোট নম্বর নির্দেশ করে।

(b) একই সারিতে \* চিহ্নিত প্রশ্নগুলি ঐ সারির অত্র কোন প্রশ্নের অংশবিশেষ। প্রশ্নের সংখ্যা হিসেব করার সময় তারকাচিহ্নিত প্রশ্নগুলিকে ধরা হবে না, অবশ্য নম্বর হিসেব করার সময় ঐ প্রশ্নগুলির নম্বর ধরা হবে।

## (vi) সারাংশ (Summary) —

প্রশ্নের রূপ	প্রশ্নের সংখ্যা	নম্বর	আনুমানিক সময় (মিনিট)
রচনাধর্মী	2	9	16
সংক্ষিপ্ত উত্তর	3	9	12
নৈব্যক্তিক	12	12	12
মোট	17	30	40 মি:

(৮) “প্রশ্নপত্র” (Question Paper) [ ছাত্রদের দেওয়া হবে ]

প্রণী —নবম

সময় —৪০ মি:

পূর্ণমান —৩০

## ॥ শিক্ষার্থীদের জন্য নির্দেশ ॥

- A. সমস্ত প্রশ্নই আবশ্যিক।
- B. উত্তর দেবার আগে প্রশ্নগুলি ভাল করে পড়বে।
- C. 'ক' বিভাগের উত্তর প্রশ্নপত্রেই লিখবে এবং অন্যান্য বিভাগের উত্তর প্রশ্নপত্রের পক্ষে লিখবে।
- D. যথাসম্ভব তাড়াতাড়ি উত্তর দেবার চেষ্টা করবে।
- E. যদি কোন প্রশ্নের উত্তর তোমার জানা না থাকে বা উত্তর সম্পর্কে সন্দেহ থাকে, সেক্ষেত্রে প্রশ্নটির জন্য সময় নষ্ট না করে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দেবার চেষ্টা করবে।
- F. প্রতিটি প্রশ্নের ডানদিকে প্রশ্নটির জন্য কত নম্বর দেওয়া হবে লেখা আছে।
- G. কয়েকটি প্রশ্ন যেমন 4, 5, 6, 7, 8 ইত্যাদির চারটি বা পাঁচটি বিকল্প উত্তর আছে। তুমি যে উত্তরটি 'ঠিক' বলে মনে কর, তার নম্বরটি প্রান্তিক বন্ধনীতে লিখবে।
- H. 'ক' বিভাগের প্রশ্নের উত্তর আগে লিখবে এবং পরীক্ষা শুরু হবার 12 মিনিটের মধ্যে উত্তর-পত্রটি জমা দেবে।

### “ক” বিভাগ—নৈব্যক্তিক প্রশ্ন

1. উপযুক্ত শব্দের দ্বারা নিম্নের শূন্যস্থান গুলি পূরণ কর : 1
  - (a) সি. জি. এস. পদ্ধতিতে ক্ষমতার ব্যবহারিক একক ———। 1
  - (b) যন্ত্র যে শক্তি ফেরৎ দেয়, তা প্রযুক্ত শক্তি অপেক্ষা কিছু ———। 1
2. বন্ধনীয় শব্দগুলির সাহায্যে উপযুক্তভাবে শূন্যস্থান পূরণ কর। 1

কোন লিভারের বল বাহু A—হলে যান্ত্রিক সুবিধা বেশী হয় এবং রোধবাহু বেশী হলে যান্ত্রিক সুবিধা B হয়। [ বেশী, কম, এক, সমান। ]

3. সাদৃশ্য অঙ্কঘাতী চতুর্থ শব্দটি নির্ধারণ করে শূন্যস্থানে লেখ : 1

তাপ : উষ্ণতা = স্থিতিশক্তি : ———।
4. যখন কোন মনুষ্য তলকে অল্পভূমিক তলের সঙ্গে আনত অবস্থায় রেখে কাজের সুবিধা করা হয়, তখন ঐ তলকে বলে। 1

A. লিভার, B. কপিকল, C নততল D ঢক ও অক্ষণ্ড। 4 [ ]
5. কোন বস্তুর কাজ করবার হারকে বলে : 1

(a) শক্তি, (b) বল, (c) ক্ষমতা, (d) বেগ। 5. [ ]
6. নিম্নের বস্তুগুলির মধ্যে কোনটি সমজ্যেগীভূক্ত নয় ? 1

(a) নলকূপের হাতল।

(b) ঢেঁকি।

(c) কাঁচি।

(d) মাছধরা ছিপ।

6. [ ]

7. নিম্নলিখিত বিবৃতিগুলির মধ্যে সেই ক্ষমতাকে ওয়াট বলে, যে ক্ষমতার দ্বারা

1 সেকেন্ডে—

(a) 550 পাউণ্ড ওজনকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে ঋজু 1 ফুট তোলা যায়।

(b) 1 পা: ওজনকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে ঋজু 550 ft তোলা যায়।

(c) এক আর্গ কার্য করা যায়।

(d) এক জুল কার্য করা যায়।

(e) এক ফুট পাউণ্ড কার্য করা যায়।

7 [ ]

8. চক্র ও অক্ষদণ্ড হল একটি পরিবর্তিত রূপ

1

(a) প্রথম শ্রেণীর লিভারের।

(b) দ্বিতীয় শ্রেণীর লিভারের।

(c) তৃতীয় শ্রেণীর লিভারের।

(d) নততলের।

9. মানের উদ্ভবক্রমে নীচের এককগুলিকে সাজাও :—

1

(a) জুল, (b) আর্গ, (c) ফুট পাউণ্ড, (d) ফুট পাউণ্ড, (e) গ্রাম সে.মি।

10. “—” চিহ্নিত স্থানে বক্তব্য সত্য হলে ‘T’ এবং মিথ্যা হলে ‘F’ লিখ : 1+1

(a) বিশ্বসৃষ্টির প্রথম দিনে যে পরিমাণ শক্তি ছিল, আজও সেই পরিমাণ শক্তি বর্তমান।——

(b) একটি উদ্ভূত পাখীর গতি-শক্তি থাকে, কিন্তু স্থিতি-শক্তি থাকে না।——

## “খ” বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

11. রাম 8 ঘণ্টায় 14টি ইট মাটি থেকে ছাদে তোলে, শ্যাম 4 ঘণ্টায় 100টি ইট অহরুপভাবে ছাদে তোলে। কার ক্ষমতা বেশী এবং কেন ?

3

12. শ্রোতয়ুক্ত নদী কোন বস্তুকে সহজেই টেনে নিয়ে যায়। এই কাজ করার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি নদী কিভাবে পায় ?

3

13. একব্যক্তি শ্রোতের বিরুদ্ধে 40lb. wt. বল প্রয়োগ করে দাঁতের কাটছে, কিন্তু অগ্রসর হতে পারছে না। এ ক্ষেত্রে ব্যক্তিটির কাজের পরিমাণ কত ?

3

## “গ” বিভাগ—রচনাধর্মী প্রশ্ন

14. (a) কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি বলতে কি বোঝ ?

(b) উহাদের পরস্পরের সম্পর্ক নির্ণয় করে।

1+3

15. (a) তৃতীয় শ্রেণীর লিভারের যান্ত্রিক সুবিধা না থাকবার কারণ কি ?

(b) নকশাসহ কাঁচির কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর।

2+3



(গ) [গোপনীয় একমাত্র অভীক্ষকের জন্য]

উত্তরপত্র (Scoring Key)

“ক” বিভাগ

প্রশ্নের ক্রমিক সংখ্যা	1(a)	1(b)	2A	2B	3	4	5	6	7	8	9	10(a)	10(b)
উত্তর	ঙফাট	কম	বেশী	কম	উচ্চতা	c	c	d	d	a	b,e,c, a,d,	T	F
নম্বর	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

“খ” ও “গ” বিভাগ

প্রশ্নের ক্রমিক নম্বর	উত্তরের গুরুত্বপূর্ণ অংশগুলি (Value points)	প্রত্যেক অংশের জ্ঞান নির্ধারিত নম্বর (Marks for each)	মোট
11.	<p>* কাজ করবার হারকে ক্ষমতা বলে।</p> <p>* 1 ঘণ্টায় রাম 18টি এবং শ্যাম 25টি ইট উপরে তোলে। সুতরাং শ্যামের কাজের হার বেশী। *সেজন্য শ্যামের ক্ষমতা বেশী বলা হবে।</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	3
12	<p>*শ্রোতযুক্ত নদীর জলের গতি আছে বলে উহার গতি শক্তি আছে। *জলের গতি-শক্তি থাকবার জন্য নদী কোন কাজ করতে পারে।</p> <p>* শ্রোতযুক্ত নদী কোন বস্তুকে টেনে নিয়ে যাবার জন্য যে কাজ করে, তার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি আসে জলের গতি-শক্তি থেকে।</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	3
13.	<p>* কৃতকার্য = প্রযুক্ত বল × বলের প্রয়োগ বিশ্রুত সরণ। *যেহেতু তীরভূমির সাপেক্ষে ব্যক্তির কোন সরণ হচ্ছে না, সরণ = 0.</p> <p>* সরণ শূন্য হলে ব্যক্তিশ্রোতের বিরুদ্ধে যে বলই প্রয়োগ করুক না কেন, কার্য = 0 হবে, অর্থাৎ ব্যক্তি কোন কার্য করছে না বলেই ধরা হবে।</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	3

প্রশ্নের ক্রমিক নম্বর	উত্তরের গুরুত্বপূর্ণ অংশগুলি (Value points)	প্রত্যেক অংশের জন্য নির্ধারিত নম্বর (Marks for each)	মোট
14.	* কাজের সংজ্ঞা (গণিতের ব্যবহার না করে) * ক্ষমতার " ( " ) * শক্তির " ( " ) * কার্য, ক্ষমতা ও শক্তির গাণিতিক সম্পর্ক $\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$ $\text{শক্তি} = \text{কাজ করবার সামর্থ্য}$	1 1 1 1	4
15. (a)	* তৃতীয় শ্রেণীর লিভারের চিত্র ও যান্ত্রিক সুবিধার গাণিতিক সূত্রের উল্লেখ	1	5
(b)	* মস্তব্য	1	
	* কাঁচির নকশা, * বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করণ—,	1 1	
	* কার্য প্রণালী ( কিতাবে যুগ্ম লিভার হিসাবে কাজ করছে )।	1	

(ঘ). প্রশ্ন বিশ্লেষণ (Questionwise Analysis)

ক্রমিক নং	উদ্দেশ্য	বিশেষ উদ্দেশ্য বা আচরণ	বিষয়	প্রশ্নের গঠন	নম্বর	সময় (মিঃ)	কাঠিন্য মাত্রা
1(a).	K	শিক্ষার্থী স্মরণ করবে	2	O. T. (Comple-tion)	1	1	C
(b).	U	কার্যকারণ সম্বন্ধ অনুধাবন করবে	3	"	1	1	B
2.	U	উপযুক্ত শব্দ নির্বাচন করবে	3	"	1	1	A
3.	U	সাদৃশ্য নির্ণয় করবে	1	O. T. (Analogy)	1	1	B
	K	চিনে নেবে	3	O. T. (M.C)	1	1	C
5.	K	স্মরণ করবে	1	"	1	1	C
6.	A	বিশেষ উদ্দেশ্যে যন্ত্রপাতি নির্বাচন করবে	3	"	1	1	A
7.		স্মরণ করবে	2	"	1	1	C
8.	U	সাদৃশ্য নির্ণয় করবে	3	"	1	1	A
9.	U	শ্রেণীবিন্যাস করবে	2	"	1	1	A
10(a)	K	স্মরণ করবে	1	O. T. (True/false)	1	1	C
(b).	A	নতুন পরিস্থিতি বিচার করবে	1	"	1	1	B
11.	SK	গণনা করবে	1	S.A	3	4	B
12.	A	ঘটনার কারণ নির্ধারণ করবে	1	S.A	3	4	B
13	A	মিছাস্ত্র গ্রহণ করবে	1	S.A	3	4	A
14.	K	স্মরণ করবে	1	E	4	"	C
15(a).	U	কারণ নির্ণয় করবে	3	E	2	3	A
(b).	SK	কল্পন করবে	3		2	4	B
	K	কার্য প্রণালী লিখবে	3		1	3	
					30	40	

### 11. 1. বিজ্ঞান শিক্ষায় হারবার্টের পঞ্চসোপান নীতি (Herbertian Five steps in Teaching Science)

হারবার্টের নীতি তথাকথিত কোন শিক্ষা-পদ্ধতি নয়। ইহা শ্রেণীর শিক্ষামূলক কাজকে নিয়ন্ত্রিত করবার উপায় বিশেষ। শ্রেণীর কাজকে সুনিয়ন্ত্রিত করবার জন্য উহাকে কয়েকটি সুনির্দিষ্ট ধারাবাহিক স্তরে ভাগ করা উচিত। হারবার্টের নীতি সেই স্তরগুলিকে নির্দেশ করে এবং স্তরগুলি কেন অনুসরণ করতে হবে তারও কারণ নির্দেশ করে। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে, কোন সুব্যবস্থিত কর্মসূচী রূপায়িত করবার জন্য কয়েকটি সুনির্দিষ্ট স্তর অনুসরণ করেই অগ্রসর হতে হয়। সে দিক থেকে হারবার্টের পঞ্চসোপান নীতি শ্রেণী-শিক্ষকের নিকট “Guide-Post” স্বরূপ।

**হারবার্টীয় দর্শন :** শিক্ষার্থীর জ্ঞান কিভাবে বৃদ্ধি পায়। শিক্ষার্থী কিভাবে নতুন নতুন অভিজ্ঞতা লাভ করে। এ সম্পর্কে হারবার্টের নিজস্ব একটি মত আছে। শিক্ষার্থী জন্মের সময় কোন অভিজ্ঞতা নিয়ে আসে না। অভিজ্ঞতা লাভের জন্য সে সব সময় তার চারপাশের জগতের সঙ্গে সংযোগ স্থাপন ক’রে চলে। চারপাশের বিভিন্ন বস্তু, ঘটনা তার নিকট উদ্দীপকের (stimulus) আকারে উপস্থিত হয় এবং তার কলে শিক্ষার্থীদের মধ্যে এক ইন্দ্রিয়ানুভূতির সৃষ্টি হয় এবং এই ইন্দ্রিয়ানুভূতির মাধ্যমে তার মধ্যে বোধের (perception) সৃষ্টি হয়। নানা জাতীয় বোধের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা বা ধারণার (concept) সৃষ্টি হয়। শিক্ষার্থী পারিপার্শ্বিক জগৎ থেকে বিভিন্ন অনুভূতির মাধ্যমে সব সময় অভিজ্ঞতা আহরণ করে চলেছে। আপাতঃ দৃষ্টিতে অভিজ্ঞতাগুলির বিভিন্নতা থাকলেও সেগুলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে একীভূত হয়ে শিক্ষার্থীর মধ্যে এক্যবদ্ধভাবের (apperceptive mass) সৃষ্টি করে। এই এক্যবদ্ধভাবের অল্প নাম ভাবজট। এই ভাবজট-তত্ত্ব হ’ল হারবার্টীয় শিক্ষা দর্শনের মূল কথা। শিক্ষার্থীকে নতুন কোন শিক্ষা বা অভিজ্ঞতা দিতে হ’লে নতুন অভিজ্ঞতার সাথে শিক্ষার্থীর পূর্ব-সঞ্চিত অভিজ্ঞতার বা ভাবজটের সংযোগ সাধন করতে হবে। স্বতরাং নতুন কোন শিক্ষাদানের পূর্বে শিক্ষককে জানতে হবে শিক্ষার্থীর পূর্ব-সঞ্চিত ভাবজটের বৈশিষ্ট্য কি। সেটি জানবার পর নতুন অভিজ্ঞতাকে পূর্ব-সঞ্চিত ভাবজটের সঙ্গে সামঞ্জস্য বিধান করে শিক্ষা দিতে হবে।

**হারবার্টের চতুসোপান :** শ্রেণী-শিক্ষায় এই নীতি অনুসরণের জন্য শিক্ষণ প্রক্রিয়াকে হারবার্ট চারটি পরস্পর সম্বন্ধযুক্ত স্তরে ভাগ করেছিলেন।



(১) প্রথম স্তর : স্পষ্টতা (Clearness)—শিক্ষণীয় অনেক বিষয় শিক্ষার্থীর চারপাশে রয়েছে। তার মধ্যে বিশেষ করে যে বিষয়টি তাকে শেখাতে হবে, সেটিকে সুস্পষ্ট উদ্দেশ্যের আকারে শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থিত করতে হবে।

(২) দ্বিতীয় স্তর : সংযোগ (Association)—শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান বা ভাব-জটের সঙ্গে শিক্ষণীয় অভিজ্ঞতার সংযোগ সাধন করতে হবে।

(৩) তৃতীয় স্তর : পারস্পর্য বা ধারাবাহিকতা (Systematisation)—দ্বিতীয় স্তরে শিক্ষার্থী নবলব্ধ জ্ঞান হরত এলোমেলোভাবে গ্রহণ করতে পারে। এই স্তরে জ্ঞানগুলিকে সংহত এবং সংক্ষিপ্তরূপে শিক্ষার্থীর নিকট পরিবেশন করতে হবে।

(৪) শেষ স্তর : পদ্ধতি (Method)—নবলব্ধ জ্ঞানকে বাস্তবে বা জীবনের প্রয়োজনে শিক্ষার্থী প্রয়োগ করতে পারে কি না শিক্ষক দেখে নেবেন।

হারবার্টের পঞ্চসোপান—হারবার্টের চারটি সোপান অনুসরণ করতে গিয়ে অসুবিধা দেখা দেওয়ার জিলার (Ziller) প্রমুখ, তার অনুগামী শিষ্যবর্গ হারবার্টের নীতি সংশোধন ও পরিমার্জন করে পঞ্চসোপান নীতির প্রস্তাব করেন এবং একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য তার সঙ্গে যোগ করে দিলেন, সেটি হ'ল শিক্ষার লক্ষ্য। পরিমার্জিত রূপটি হ'ল শিক্ষার লক্ষ্য ও তৎসহ পঞ্চসোপান :

(১) আয়োজন (Preparation),

(২) উপস্থাপন (Presentation),

(৩) তুলনা ও বিমূর্তকরণ (Comparison & Abstraction),

(৪) সামান্যীকরণ (Generalisation),

(৫) অভিযোজন (Application)।

পরিমার্জিত সোপানে হারবার্টের স্পষ্টতা স্তরের পরিবর্তে এসেছে আয়োজন ও উপস্থাপন ; সংযোগের পরিবর্তে এসেছে তুলনা ও বিমূর্তকরণ ; ধারাবাহিকতার পরিবর্তে এসেছে সামান্যীকরণ এবং পদ্ধতির পরিবর্তে এসেছে অভিযোজন।

(১) আয়োজন—আয়োজন স্তরের একটি উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীকে নতুন পাঠের উপযোগী করে তোলা এবং নতুন পাঠের প্রতি তার মনোযোগ ও আগ্রহ সৃষ্টি করা, অপর উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করা। শিক্ষক শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করবেন প্রশ্ন বা আলোচনার মাধ্যমে। আয়োজনের শেষে শিক্ষক শিক্ষণীয় বিষয়টিকে একটি সমস্তার আকারে শিক্ষার্থীদের সামনে তুলে ধরবেন এবং সমস্তাটি এমন হবে যাতে শিক্ষার্থীরা সমাধানে আগ্রহী হয়। সমস্তার সমাধান হবে পরবর্তী স্তরে। আয়োজন স্তরের জন্ম ১—১৫% সময় দেওয়া যেতে পারে।

(২) উপস্থাপন—উপস্থাপন বা সমাধান শুরু করার আগে শিক্ষক প্রাসঙ্গিক উপায়ে নতুন পাঠ এবং পাঠের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য শিক্ষার্থীদের সামনে ঘোষণা করবেন। উপস্থাপন স্তরে শিক্ষক শিক্ষণীয় বিষয় বা সমস্তাটিকে কয়েকটি সুনির্দিষ্ট অংশে ভাগ করে ধারাবাহিকভাবে প্রত্যেকটি অংশ উপস্থাপন করবেন। শিক্ষক ও

শিক্ষার্থীর সক্রিয় সহযোগিতায় চলবে শিক্ষণ ও শিখন (Teaching and Learning)। পরীক্ষা, ডেমন্স্ট্রেশন ও প্রয়োজনের মাধ্যমে শিক্ষক শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের সঙ্গে নতুন জ্ঞানের সংযোগ সাধন করবেন। প্রশ্নগুলি অধিকাংশ সময় চিন্তাধর্মী, বুদ্ধিমূলক এবং পাঠের অগ্রগতির সহায়ক হওয়া উচিত। শিক্ষক চক, বোড, দৃষ্টি ও স্পর্শনির্ভর উপকরণ ও মৌখিক রীতির (কথন, বর্ণন, ব্যাখ্যান) সাহায্যে বিজ্ঞান-বিষয়ক পাঠটি যথাসম্ভব সরল ও বাস্তব-ধর্মী করে তুলবেন। শিক্ষার্থীরা নোট লিখবে, ছবি আঁকবে, শিক্ষকের প্রশ্নের উত্তর দেবে এবং প্রয়োজনে শিক্ষকের সাথে বিভিন্ন কাজে অংশগ্রহণ করবে।

(৩) তুলনা—এই স্তরে শিক্ষণীয় বিষয়কে স্পষ্ট করবার জন্য শিক্ষণীয় বিষয়ের সাথে শিক্ষার্থীর জানা কোন বিষয়ের তুলনা করা হয়। তুলনা করবার জন্য ব্যবহার করা হয় উদাহরণ। যেখানে কোন উদাহরণ ব্যবহার করা সম্ভব নয় বা তুলনা সম্ভব নয়, সেখানে এই স্তর অনায়াসে বাদ দেওয়া যেতে পারে।

(৪) সামান্যীকরণ—উপস্থাপন স্তরে শিক্ষার্থী পরীক্ষা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে যে জ্ঞান অর্জন করেছে, সেগুলি যুক্তিপূর্ণ উপায়ে একত্রিত করে এই স্তরে বৈজ্ঞানিক নীতি, সূত্র, তত্ত্ব বা সংজ্ঞা নির্ণয় করতে হয়। আয়োজনের শেষে শিক্ষার্থীদের যে সমস্তা দেওয়া হয়েছিল তার সমাধান চূড়ান্তভাবে শেষ হয় সামান্যীকরণে। সামান্যীকরণের সময় শিক্ষার্থীদের কয়েকটি সূচিন্তিত প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে হয়। সামান্যীকরণের সময় যে সংজ্ঞা, সূত্র ইত্যাদি গঠন করা হয় শিক্ষার্থী সেগুলি লিপিবদ্ধ করবে, মনে রাখবে এবং বাস্তবে প্রয়োগ করবার চেষ্টা করবে।

(৫) প্রয়োগ—শিক্ষার উদ্দেশ্য তখনই সফল হয়, যখন শিক্ষার্থী তার শিক্ষালব্ধ জ্ঞানকে জীবনের বিভিন্ন পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করতে সমর্থ হয়। প্রয়োগ-স্তরে সেজন্য শিক্ষার্থীকে পরীক্ষা করে দেখা হয় সে নবলব্ধ জ্ঞানকে বিভিন্ন পরিস্থিতিতে প্রয়োগ করতে সমর্থ কিনা। সাধারণতঃ চিন্তামূলক প্রশ্নের সাহায্যে শিক্ষার্থীর প্রয়োগ-ক্ষমতা যাচাই করা হয়। পাঠটি যদি দক্ষতা-অর্জনের জন্য দেওয়া হয়, তাহলে নতুন অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে শিক্ষার্থী কোন পরীক্ষা সম্পাদন করতে পারে কি না, কোন গণনা বা চিত্র অঙ্কন করতে পারে কি না বা যন্ত্রপাতির সাহায্যে উপকরণ নির্মাণ করতে পারে কি না জেনে নেওয়া হয়। এই স্তরে শিক্ষক কোন সক্রিয় ভূমিকায় থাকবেন না। অধিকাংশ শিক্ষার্থী যদি নতুন জ্ঞান-প্রয়োগে ব্যর্থ হয়, তাহলে বুঝতে হবে শিক্ষণ ব্যর্থ হয়েছে। সেক্ষেত্রে শিক্ষণ-পদ্ধতি পরিবর্তন করতে হবে।

হারবার্টের ত্রিসোপান : হারবার্টের পঞ্চসোপানকে পরবর্তীকালে তাঁর অহুগামী শিষ্য রেনী এবং জিলার আরও সংক্ষিপ্ত করে ত্রিসোপান নীতি প্রবর্তন করেন। এই তিনটি সোপান হ'ল : (১) আয়োজন (Preparation), (২) উপস্থাপন (Presentation) ও (৩) প্রয়োগ বা অভিযোজন (Application)। উপস্থাপনের

মধ্যেই পূর্বকার তুলনা এবং সামান্যীকরণ অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এই ত্রিসোপান নীতি অনুসরণ করেই প্রধানতঃ পাঠটীকা রচনা করা হয়।

॥ শিক্ষায় হার্বার্টীয় সোপানের প্রয়োজনীয়তা ॥

- (১) উদ্দেশ্য অনুসারে কোন কাজ করতে গেলে পরিকল্পনা প্রয়োজন। কারণ পরিকল্পিত কাজ সূত্ৰভাবে সম্পন্ন করা যায়। তেমনি উদ্দেশ্য অনুসারে শিক্ষা দিতে গেলে শিক্ষককে পরিকল্পনা করতে হয়। শিক্ষকের এই পরিকল্পনা হ'ল পাঠটীকা। পাঠটীকা প্রণয়নে হার্বার্টের নীতির গুরুত্ব অপরিণীয়।
- (২) হার্বার্টের নীতি অনুযায়ী পাঠ শুরু করার আগে “আয়োজন” করা প্রয়োজন। ‘আয়োজনে’র একটি প্রধান উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীকে পাঠাভিযুক্তি ক'রে তোলা। এই স্তরটি “মনস্তাত্ত্বিক শিখন-নীতির”র প্রস্তুতি-স্তরের (Law of readiness) সমগোত্রীয়।
- (৩) শিক্ষা তখনই সার্থক, যখন শিক্ষার্থী শিক্ষালব্ধ জ্ঞানকে প্রয়োগ করতে শেখে। হার্বার্টের নীতিতে সে স্তর এসেছে একেবারে শেষে, কারণ শিক্ষার্থী যখন শিক্ষালব্ধ জ্ঞান প্রয়োগ করতে শেখে, তখন শিক্ষা সম্পূর্ণ হয়।
- (৪) শিক্ষার্থী নিজে নিজে কোন বিষয়ে শিক্ষালাভ করতে পারে, যেমন বই পড়ে বা পর্যবেক্ষণ ক'রে ইত্যাদি। কিন্তু শিক্ষার্থী যখন শিক্ষকের সহযোগিতায় কোন শিক্ষা গ্রহণ করে, সে শিক্ষা আরও বেশী অর্থবহ হয় এবং শিক্ষা আরও দ্রুত অর্জন করা সম্ভব হয়। সেজন্য হার্বার্টের উপস্থাপন-স্তরে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর পারস্পরিক সহযোগিতার সুযোগ রয়েছে।

॥ অস্থবিধা ॥

- (১) প্রকৃতপক্ষে হার্বার্টীয় দর্শনকে শিক্ষাক্ষেত্রে প্রয়োগ না ক'রে হার্বার্টের পঞ্চ-সোপান তথা ত্রিসোপানের আঙ্গিকের উপরেই অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়। যার ফলে হার্বার্টীয় পদ্ধতি ক্রমশঃ গতানুগতিক, যান্ত্রিক ও কৃত্রিম আঙ্গিকস্বরূপ হয়ে উঠেছে।
- (২) বিজ্ঞান-শিক্ষায় অনেক ক্ষেত্রে হার্বার্টের সোপান অনুযায়ী পাঠদান করা অস্থবিধাজনক। বিজ্ঞানে শ্রেণী-শিক্ষা ছাড়াও আরও অগ্রাগ্রভাবে শিক্ষা দেওয়া হয়, যেমন—পরীক্ষাগার পদ্ধতি, অ্যাসাইনমেন্ট পদ্ধতি, প্রজেক্ট পদ্ধতি বা অগ্রাগ্র সহ-পাঠক্রমিক ও অনুপদানমূলক কাজের মাধ্যমে। এসব ক্ষেত্রে হার্বার্টের নীতি শোচনীয়ভাবে ব্যর্থ হয়েছে।

## 11.2. ভৌত বিজ্ঞানে পাঠটীকা (Lesson Plan on Physical Science)

পাঠটীকা হ'ল শ্রেণীকক্ষে কাজের পূর্ব-পরিকল্পনা। শ্রেণীকক্ষে স্থনিয়ন্ত্রিত উপায়ে পাঠদান করতে হ'লে শিক্ষক আগে থেকে পরিকল্পনা করবেন—কি শেখাতে হবে, কিতাবে শেখাতে হবে, কি উদ্দেশ্য এবং লক্ষ্য অনুযায়ী শেখাতে হবে, শিক্ষা-প্রক্রিয়ায় শিক্ষার্থী তার চাহিদা ও মনস্তত্ত্ব অনুযায়ী কিতাবে অংশগ্রহণ করবে এবং শিক্ষক

কিভাবে অংশগ্রহণ করবেন, কি কি শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহার করা হবে, কি কি উদাহরণ বা দৃষ্টান্ত উপস্থিত ক'রে শিক্ষণীয় বিষয়কে সহজ ক'রে তুলতে হবে ইত্যাদি। শিক্ষার্থীর নবলব্ধ জ্ঞানের মূল্যায়ন সম্পর্কেও তাঁকে পরিকল্পনা করতে হবে। শ্রেণী-কক্ষের পাঠবিষয়ক এই ধরনের পরিকল্পনাকে বলে পাঠ-পরিকল্পনা বা পাঠটীকা। ভৌত বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু জটিল, শিক্ষা-পদ্ধতি ও শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলি অভিনব ও বৈচিত্র্যপূর্ণ। ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় শিক্ষককে অধিক সতর্কতার সঙ্গে অগ্রসর হতে হয় এবং সেজন্য ভৌত বিজ্ঞানের শিক্ষকের কাছে পাঠটীকার গুরুত্ব অপরিণীম।

### ॥ পাঠ-পরিকল্পনার বিশেষ সুবিধা ॥

(১) সীমিত সময়ে কার্যকরী উপায়ে শ্রেণীকক্ষে পাঠ দিতে গেলে পাঠটীকার প্রয়োজন। পাঠটীকার সাহায্যে শিক্ষক পূর্ব-নির্দিষ্ট উপায়ে শ্রেণীর সমস্ত কাজ পরিচালনা করতে সমর্থ হন।

(২) পাঠ পরিকল্পনা করতে গিয়ে শিক্ষক প্রথমেই শিক্ষার উদ্দেশ্য, শিক্ষার্থীর আগ্রহ, চাহিদা, দৃষ্টিভঙ্গী সম্পর্কে সচেতন হতে পারেন এবং শিক্ষার্থীদের জ্ঞান উপযুক্ত কার্যসূচী নির্ধারণ করতে পারেন।

(৩) পাঠ পরিকল্পনা করা থাকলে শিক্ষক দৃঢ় আয়ত্ত্বপ্রত্যয়ে পাঠ পরিচালনা করতে পারেন। নবীন শিক্ষকদের পক্ষে পাঠটীকা এক মূল্যবান সম্পদ।

(৪) বিজ্ঞান-শিক্ষায় নিয়মিতভাবে ডেমনস্ট্রেশন করবার দরকার হয়। পাঠটীকা প্রস্তুত করতে গেলে শিক্ষক বুঝতে পারবেন তাঁর কি কি উপকরণ প্রয়োজন হবে এবং তিনি স্থির করতে পারবেন কিভাবে সেগুলি সংগ্রহ করা যাবে ইত্যাদি।

### ॥ পাঠটীকা-রচনায় কতকগুলি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় ॥

পাঠটীকা রচনার সময়—(১) শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলিকে স্পষ্টভাবে উল্লেখ করতে হবে। (২) জানা থেকে অজানায়, প্রত্যক্ষ জ্ঞান থেকে বিমূর্ত জ্ঞানের দিকে শিক্ষার্থীকে পরিচালিত করতে হবে এবং শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান উল্লেখ করতে হবে। (৩) শিক্ষণীয় বিষয়কে সমস্তার আকারে শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থাপিত করতে হবে এবং দেখতে হবে সমস্তাটি যেন যথাসম্ভব বাস্তব হয়। (৪) পাঠটীকায় শিক্ষণীয় বিষয়কে কয়েকটি সহজ অংশে ভাগ ক'রে নিতে হবে এবং দেখতে হবে বিষয়বস্তু এবং কর্মসূচীর বিত্বাসে যেন জ্ঞান, ধারণা ও চিন্তার ধারাবাহিকতা অক্ষুণ্ণ থাকে। (৫) পাঠটীকা এমন হবে যেন কাজের মাধ্যমে শিক্ষার সুযোগ থাকে। (৬) পাঠ সহজ এবং স্পষ্ট ক'রে তুলতে যেখানে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের প্রয়োজন, সেখানেই শিক্ষা-উপকরণ ব্যবহার করতে হবে। (৭) শিক্ষাদানের সময় শিক্ষা-উপকরণ যখন যেটা প্রয়োজন, তখনই সেটা ব্যবহার করতে হবে, তার আগে বা পরে নয়। (৮) পাঠের অগ্রগতিতে এবং মূল্যায়ন প্রশ্নের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা আছে। প্রশ্নগুলি স্মৃতি এবং উদ্দেশ্যভিত্তিক হবে এবং প্রশ্নের ভাষা সহজ হবে। শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করতে চিন্তাশক্তির উন্মেষ ঘটাতে, পাঠের



অগ্রগতিতে, সামাজীকরণে এবং মূল্যায়নে প্রশ্নের ব্যবহার করা গেলেও শুধু প্রশ্নের সাহায্যে কোন পাঠ পরিচালনা করা অবাস্তব পরিকল্পনা মাত্র। প্রশ্ন সব সময় সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক হওয়া উচিত। তবে মূল্যায়নের সময় অধিক-সংখ্যক নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন ব্যবহার করা যেতে পারে। (২) পাঠ-পরিকল্পনা ও প্রকৃত শিক্ষাদান এক কথা নয়। শ্রেণীকক্ষে প্রয়োজন হ'লে শিক্ষক পরিকল্পনা থেকে বিচ্যুত হতে পারেন কাজের সুবিধার জন্য। মঞ্চের অভিনেতা নাটকের সংলাপগুলি মুখস্থ বলেন, কিন্তু শিক্ষকের সে-জাতীয় অভিনয়ের প্রয়োজন নেই। অর্থাৎ পাঠ-পরিকল্পনা মুখস্থ ক'রে শিক্ষা দেবার প্রয়োজন নেই। অন্তরের তাগিদেই শিক্ষক কাজ করবেন। R. Stone-এর মতে ".....it (teaching) is to be a sincere performance with no play acting."

## ॥ পাঠ-পরিকল্পনার উপায় ॥

পাঠ-পরিকল্পনা হ'তাবে করা যেতে পারে—(১) হার্বার্টের পঞ্চসোপান তথা ত্রিসোপান-নীতি অনুযায়ী পাঠটীকা এবং (২) হার্বার্টের নীতি বহির্ভূত পাঠটীকা।

(১) হার্বার্টীয় নীতি অনুযায়ী পাঠটীকা—এই ধরনের পাঠটীকায় সুবিধার জন্য আরও কয়েকটি স্তর যোগ করা হয়। প্রচলিত পাঠটীকায় নীচের স্তরগুলি থাকে [বিস্তৃত আলোচনার জন্য হার্বার্টের পঞ্চসোপান নীতি দেখুন।]—(ক) উদ্দেশ্য, (খ) উপকরণ, (গ) পূর্বজ্ঞান (ঘ) আয়োজন, (ঙ) পাঠ্যঘোষণা, (চ) পাঠ-পদ্ধতির উল্লেখ—(পাঠ-পরিচালনার অঙ্গস্বরূপ প্রধান পদ্ধতিটি) (ছ) উপস্থাপন—এই স্তরে শিক্ষায় বিষয়ের প্রতিটি স্থানটি অংশের পাঠ শেষ হ'লে শিক্ষক প্রয়োজনীয় সূত্র, সিদ্ধান্ত বা তত্ত্ব বোর্ডে লিখে দেবেন এবং শিক্ষার্থীদের লিখে নিতে বলবেন), (জ) অভিযোজন—(অভিযোজন-স্তরের প্রশ্নগুলিতে নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন কিছু কিছু ব্যবহার করা উচিত), (ঝ) গৃহকাজ—[এই স্তরে অর্থাৎ পাঠশেষে শিক্ষার্থীকে গৃহে নতুন জ্ঞান অনুশীলন করবার জন্য কাজ দিতে হবে, তার মধ্যে থাকবে (i) প্রশ্ন—নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন, অজানা ধরনের প্রশ্নের সঙ্গে ব্যবহার করা যেতে পারে, (ii) চিত্রাঙ্কন, (iii) পুস্তক পাঠ—পাঠ্যপুস্তক ছাড়াও শিক্ষার্থীকে অজানা উপযোগী পুস্তক পাঠ করতে বলা হবে। সে ক্ষেত্রে পুস্তকগুলির উপযুক্ত রেফারেন্স দিতে হবে, (iv) পরীক্ষাধর্মী ও অনুসন্ধানমূলক কাজ—শিক্ষার্থী কাজ করে শিক্ষককে রিপোর্ট দেখাবে।

(২) হার্বার্টীয় নীতি বহির্ভূত পাঠটীকা—হার্বার্টীয় নীতি বহির্ভূত পাঠটীকার প্রয়োজন হয় বিশেষ করে আবিষ্কার পদ্ধতি, পরীক্ষাগার পদ্ধতি, অর্পিত দায়িত্বমূলক পদ্ধতি, প্রোজেক্ট পদ্ধতি সমস্যা-সমাধানমূলক পদ্ধতিতে পাঠদান করবার সময়। এই সব পাঠটীকায় হার্বার্টীয় স্তরের একটি বা দু'টি বাদ দেওয়া হয়, আবার কোন কোন সময় নতুন স্তর যোগ করা হয়। এই পাঠটীকার উদাহরণের জন্য বিভিন্ন শিক্ষণ-পদ্ধতির অন্তর্গত উদাহরণগুলি দ্রষ্টব্য।

**উদ্দেশ্যভিত্তিক পাঠটীকা (Objective Based Lesson Plan)**—হার্বার্টের নীতি অনুযায়ী বা হার্বার্টীয় নীতি বহির্ভূত পাঠটীকায় দেখা যায় শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলিকে স্বতন্ত্রভাবে পাঠটীকার শুরুতে উল্লেখ করা হয়। কিন্তু উপস্থাপনের সময় উদ্দেশ্য অনুসারে কিভাবে শিক্ষাদান করা হ'চ্ছে তা দেখান হয় না। এজন্য ইদানীং পাঠটীকাকে উদ্দেশ্যভিত্তিক (Objective based) করবার চেষ্টা করা হচ্ছে। উদ্দেশ্যভিত্তিক পাঠটীকায় শিক্ষার উদ্দেশ্য, শিক্ষার্থীর উদ্দেশ্যমূলক আচরণ এবং শিক্ষার্থীর আচরণের পরিবর্তন আনবার জন্য শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর উদ্দেশ্যমূলক কাজগুলি স্পষ্টভাবে উল্লেখ করা থাকে। এই ধরনের একটি পাঠটীকার উদাহরণ শেষের দিকে দেওয়া হয়েছে। মনে রাখতে হবে উদ্দেশ্যভিত্তিক পাঠটীকা কোন নতুন ধরনের পাঠটীকা নয়।

### 11.3. নমুনা পাঠটীকা (Specimen of Lesson Plan)

নিম্নে কয়েকটি পাঠটীকার নমুনা দেওয়া হ'ল। নমুনা পাঠটীকাগুলিতে সাধারণ শিক্ষা উপকরণ ব্যবহার ক'রে কিভাবে বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়া যায়, তারই উদাহরণ দেওয়া হয়েছে। পাঠের অগ্রগতিতে শিক্ষার্থীর নিকট থেকে কি ধরনের উত্তর আশা করা হবে তারই পরিপ্রেক্ষিতে প্রশ্নগুলি রচনা করা হবে। প্রশ্নগুলি সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক বা নৈব্যক্তিক হবে এবং স্পষ্ট হবে। প্রশ্নের বৈশিষ্ট্য ও বিভ্রাস দেখে বোঝা যেতে পারে, শ্রেণীতে শিক্ষক কিভাবে পাঠদানে অগ্রসর হবেন। পাঠটীকাকে যথাসম্ভব সংক্ষিপ্ত করবার জন্য ছাত্রের সম্ভাব্য উত্তর বাদ দেওয়া যেতে পারে। তবে যেখানে কোন প্রশ্নের উত্তর নানা কারণে অনির্দিষ্ট বা একাধিক তখন যে উত্তরটি শিক্ষকের কাম্য সেটি উল্লেখ করা উচিত।

[ আমাদের শিক্ষক-প্রশিক্ষণ মহাবিদ্যালয়গুলিতে পাঠটীকা রচনার যে নিয়ম সাধারণভাবে অনুসরণ করা হয়, সেই নিয়ম যথাসম্ভব বজায় রাখা হয়েছে। নীচের পাঠটীকাগুলি সব ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নাও হতে পারে। প্রশিক্ষণার্থী এবং বিজ্ঞান শিক্ষকগণ পরিস্থিতি অনুযায়ী পাঠপরিকল্পনাগুলির রূপবদল ক'রে নিতে পারেন। প্রথম ছ' একটি পাঠটীকায় বিদ্যালয়, শ্রেণী, ছাত্রসংখ্যা, সময়, গড় বয়স, তারিখ, শিক্ষকের নাম, সাধারণ পাঠ (বা পাঠ একক), পাঠ্যক্রম, অঙ্ককার পাঠ বিশদভাবে উল্লেখ করা হ'য়ছে, কিন্তু পরবর্তী পাঠটীকাগুলিতে স্লেষপভাবে উল্লেখ করা হয়নি। প্রশিক্ষণার্থী যখন সেই পাঠটীকাগুলি ব্যবহার করবেন, তিনি সব কিছুই বিশদভাবে উল্লেখ করবেন। ]

একটি পৃথক স্তম্ভে শিক্ষক/শিক্ষার্থীর কাজ লিপিবদ্ধ করা উচিত। শিক্ষক শিক্ষণীয় বিষয়টি সম্পর্কে ধারণা সৃষ্টির জন্য কি শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করছেন, পরীক্ষা করছেন, ব্যাখ্যা বা উদাহরণ দিচ্ছেন, কখন চিত্রাঙ্কন করছেন বা বোর্ডের কাজ করছেন এবং শিক্ষার্থী কখন সক্রিয় অংশগ্রহণ করছে, পর্যবেক্ষণ করছে, সিদ্ধান্তগ্রহণ করছে তা এই স্তম্ভে লেখা উচিত।

পাঠটীকা—১

বিদ্যালয়—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্রেণী—৭ম	সাধারণ পাঠ—জল
ছাত্র/ছাত্রী সংখ্যা—	পাঠ্যক্রম—(১) জলের বিভিন্নস্থি চাপ
গড় বয়স—১২ + বৎসর	(২) জলের চাপ ও গভীরতা
সময়—৪৫ মিনিট	(৩) জলের সমোচ্চশীলতা
তারিখ—	(৪) প্লবতা
শিক্ষক/শিক্ষিকা—	*(৫) আর্কিমিডিসের নীতি ও জীবনী
	অঙ্ককার পাঠ—* চিহ্নিত অংশ

উদ্দেশ্য :

(১) প্রত্যক্ষ : পরীক্ষার মাধ্যমে আর্কিমিডিসের নীতি নির্ণয়ে ছাত্রদের সাহায্য করা।

(২) পরোক্ষ : পরীক্ষামূলক দক্ষতা-অর্জনে, সিদ্ধান্তগ্রহণ ও স্বতন্ত্র-নির্ণয়ে এবং শিক্ষালব্ধ অভিজ্ঞতাকে জীবনের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা; বিজ্ঞান-পাঠে শিক্ষার্থীর আগ্রহ-সৃষ্টিতে ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী-গঠনে সহায়তা করা।

উপকরণ : নিজ হাতে নির্মিত উদ্ভাস্তিক তুলা, বাটখারা, বিকার, জল, নিরেট চোঙ, পাথরখণ্ড, সূতা, মাপনী চোঙ, স্ক্যাণ্ড এবং শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান—ওজনের (বা ভরের) পরিমাপ-সম্পর্কিত ধারণা, বস্তু ও তলের আঘাতন ও উহাদের পরিমাপ-সম্পর্কিত জ্ঞান ও ধারণা, প্লবতা-সম্পর্কিত ধারণা, কয়েকটি দৈনন্দিন ঘটনা সম্পর্কে অভিজ্ঞতা।

আয়োজন : শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য এবং আজকের পাঠের প্রতি শিক্ষার্থীর আগ্রহ সৃষ্টি করবার উদ্দেশ্যে শিক্ষক নিম্নরূপ প্রশ্ন করবেন :

- (১) বস্তুর ওজন কিভাবে মাপা হয় ?
- (২) রবারের বলকে জলে ডোবালে কি হবে ?
- (৩) কেন ?
- (৪) একটি ভারী লোহার বল হাতে নিলে কি মনে হবে ?
- (৫) বলসহ হাতটি বালুতির জলে ডোবালে কি মনে হবে ?
- (৬) কতটুকু হাল্কা মনে হবে ? [ সমস্তা ]

পাঠ্যঘোষণা : “এই সমস্তাটি একটি প্রয়োজনীয় সমস্তা। সমস্তাটি আমরা উপলব্ধি করতে পারি, কিন্তু সমাধানের নিয়ম জানি না। বিজ্ঞান অনেক সমস্তার সমাধান করে দেয়। তাই আজ আমরা বৈজ্ঞানিক পরীক্ষার মাধ্যমে সমস্তাটি সমাধান করব এবং একটি স্বতন্ত্র আবিষ্কার করব, যার নাম হবে—“আর্কিমিডিসের

নীতি"। এই বলে আজকের পাঠঘোষণা করা হবে এবং "আর্কিমিডিসের নীতি" শীর্ষকটি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।

**উপস্থাপন :** তুলাযন্ত্রের সঙ্গে পরিচয়—প্রথমে তুলাযন্ত্রের সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করানো হবে। তুলাটি শিক্ষকের স্বহস্তনির্মিত। একটি মিটার কলারের দুই প্রান্তে দু'টি এবং মাঝখানে একটি ছিদ্র করা থাকবে। মাঝের ছিদ্রটি অপেক্ষাকৃত একটু ওপরে থাকবে। ডান পাশের ছিদ্র হ'তে সরু সূতার সাহায্যে তুলাপাত্র ঝোলানো থাকবে। তুলাপাত্রটি পাতলা পীচবোর্ড অথবা বেবীফুডের কোঁটার মুগের পাতলা টিন হলেও চলবে। তুলাদণ্ডকে সাম্য অবস্থায় আনবার জন্য বাম প্রান্তে সামান্য মোম লাগিয়ে দেওয়া যেতে পারে। তুলাটিকে শিক্ষার্থীদের কাছে এনে প্রদর্শন করা হবে—

\* তুলাদণ্ড অনুভূমিক থাকলে দু'পাশের ওজনের সম্পর্ক কি হবে ?

\* দক্ষিণ প্রান্ত নীচে নেমে গেলে কোন্ দিকের ওজন বেশী হবে ?

**বিষয়—১।** তরলে নিমজ্জিত অদ্রবীভূত বস্তুর ওজনের আপাতহ্রাস হয়।

**পদ্ধতি—**আবিষ্কারের ভাবধারা ও প্রতিপাদক পদ্ধতি।

পরীক্ষা	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
একটি নিরেট চোঙকে সূতা দিয়ে ঝুলিয়ে তুলার সাহায্যে ওজন করা হবে। এই অবস্থায় চোঙটিকে একটি বিকারের জলে ডোবানো হবে। চোঙের ওজনের হ্রাস হবে এবং তুলাদণ্ডের দক্ষিণ প্রান্ত নীচে নেমে যাবে। চোঙটি জল থেকে তুলে নিলে তুলাদণ্ড আবার অনুভূমিক হবে অর্থাৎ দুই দিকের ওজন সমান হবে।	শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন এবং পরীক্ষার ভিত্তিতে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন : চোঙটি জলে ডোবাবার আগে শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। জলে ডোবাবার পর ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। চোঙটিকে জল থেকে তুলে নেবার পর শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে।	* তুলার দু'দিকের ওজনের সম্পর্ক কি ? * জলে ডোবাবার পর চোঙের ওজনের কি পরিবর্তন ঘটল ? * কি দেখা গেল ? * চোঙটির ওজনের হ্রাস সাময়িক না স্থায়ী ? [ সিদ্ধান্ত ]

**বিষয়—২।** বস্তুর ওজনের হ্রাস অপসারিত জলের (তরলের) ওজনের সমান।

**পদ্ধতি—**১০০ সি. সি. আয়তন পরিমাপক চোঙ নেওয়া হবে। শিক্ষার্থীদের



বাটখারার সঙ্গে পরিচয় করিয়ে দেওয়া হবে। পরীক্ষা শুরু করবার আগে জলের ওজন ও আয়তনের সম্পর্ক শিক্ষার্থীদের বলে দিয়ে জিজ্ঞাসা করা হবে—

- \*৫০ সি. সি. জলের ওজন কত? \*৩০ গ্রাম জলের আয়তন কত?
- \*পরিমাপক চোঙের ৫০ বর পর্যন্ত জল থাকলে জলের আয়তন কত হবে?
- \*ঐ পরিমাণ জলের ওজন কত হবে?
- আবিষ্কারের ভাষা নিয়ে পরীক্ষাটি প্রতিপাদক পদ্ধতিতে দেখানো হবে।

পরীক্ষা	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
এক খণ্ড পাথরকে ওজন করে আয়তন-পরিমাপক চোঙের জলের মধ্যে ডোবাতে পাথরের ওজনের হ্রাস হবে। ওজনের হ্রাস কতটুকু হ'ল জানবার জন্য তুলাপাত্র থেকে প্রয়োজন-মত বাটখারা তুলে নিতে হবে। চোঙের জলস্তরের প্রাথমিক ও অন্তিম পাঠ নেওয়া হবে। দেখা যাবে, অপসারিত জলের ওজন বস্তুর ওজনের আপাত-হ্রাসের সঙ্গে সমান হবে।	শিক্ষক পরীক্ষাটি করে ছাত্রদের প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন : জলে ডোবাবার আগে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের পাথরের ওজন ও পরিমাপক চোঙের জল-তলের পাঠ নিতে বলবেন। পাথরকে জলে ডোবাবার পর শিক্ষক পুনরায় পাথরের ওজনের হ্রাস নির্ণয় করতে এবং জলতলের পাঠ নিতে শিক্ষার্থীদের নির্দেশ দেবেন।	*পাথরের ওজন কত? *মাপনী চোঙের জলের আয়তন কত? *তুলার দক্ষিণ প্রান্ত নীচে নামল কেন? ওজনের হ্রাস কতটুকু হয়েছে? *এখন মাপনী চোঙের জলতলের পাঠ কত? *জলতলের পাঠবৃদ্ধির কারণ কি? *কত আয়তনের জল অপসারিত হয়েছে? *অপসারিত জলের ওজন কত? *এই ওজনের সঙ্গে পাথরের ওজনের বাটতির সম্পর্ক কি? [ সিদ্ধান্ত ]

**সিদ্ধান্ত :** অতঃপর শিক্ষক শ্রেণীর সহযোগিতায় অন্ততঃ আরও একবার পরীক্ষাগুলি পুনরাবৃত্তি করবেন এবং পাঠগুলি শিক্ষার্থীদের লিপিবদ্ধ করতে বলবেন। সূত্র-গঠনের পূর্বে শিক্ষক বলবেন জলের পরিবর্তে কেরোসিন তেল, দুধ প্রভৃতি তরল পদার্থ নিয়ে পরীক্ষা করলেও একই ধরনের কল পাওয়া সম্ভব হ'ত। অতঃপর আর্কিমিডিসের নীতি গঠন করে শিক্ষক বোর্ডে লিখবেন এবং শিক্ষার্থীদের লিখে নিতে বলবেন।

**বর্ণনা :** গল্প—আর্কিমিডিসের আবিষ্কারের ইতিহাসটি গল্পের আকারে শিক্ষক শ্রেণীতে বলবেন এবং প্রসঙ্গতঃ বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে আর্কিমিডিসের অবদান, বিজ্ঞানে আর্কিমিডিসের নিষ্ঠা ইত্যাদির উল্লেখ করবেন।

**অভিযোজন :** নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির সাহায্যে শিক্ষক ছাত্রদের নবলব্ধ জ্ঞান বাচাই করবেন এবং জীবনের ক্ষেত্রে সেই জ্ঞান প্রয়োগে শিক্ষার্থীরা কতটুকু সমর্থ, তা জেনে নেবেন—\*একটি কঁচের চৌপলের আয়তন কত উপায় নির্ণয় করা যায় ? \*একটি পাথরের টুকরোর আয়তন কয় উপায়ে নির্ণয় করা যায় ? \*উপাংটি কি ? \*পাতকুয়া থেকে জল তোলবার সময় বালতিকে টেনে তুলতে নিম্নলিখিত কোন ক্ষেত্রে কষ্ট বেশী হবে ?

(ক) বালতি জলের মধ্যে থাকাকালীন

(খ) বালাত কুয়ার জলের বাইরে চলে এলে [ ]

\*কেন ?

**বাড়ীর কাজ :** নবলব্ধ জ্ঞানচর্চার জন্য ছাত্রদের নিম্নরূপ বাড়ীর কাজ দেওয়া হবে।

(ক) আর্কিমিডিসের নীতি উল্লেখ কর।

(খ) একটি নদীতে ইঁটুজল আছে। ধরা যাক, নদীর যে ধারে তোমার বাড়ি, তার বিপরীত ধারে একটি নলকূপ আছে। মা তোমাকে ঘড়ায় করে জল আনতে বললেন। ঘড়াভর্তি জল আনাও তোমার পক্ষে কষ্টকর। কাজটি সহজেই কিভাবে করা সম্ভব ; কারণসহ লিখে আনবে।

## পাঠটীকা-২

বিভাগসংখ্যা—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্রেণী—৭ম	সাধারণ পাঠ—পদার্থ
ছাত্রসংখ্যা—	পাঠ্যক্রম—(১) পদার্থের তিন অবস্থা
গড় বয়স—১২+ বৎসর	(২) পদার্থের উপর তাপের প্রভাব
সময়—৪০ মিনিট	* (৩) ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন
তারিখ—	(৪) অণু ও পরমাণু
শিক্ষক—	অধ্যকার পাঠ—* চিহ্নিত অংশ

## উদ্দেশ্য :

(১) প্রত্যক্ষ : পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন সম্পর্কে সুস্পষ্ট জ্ঞান ও ধারণা দেওয়া এবং শিক্ষালব্ধ জ্ঞানকে বাস্তবে প্রয়োগ করতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

(২) পরীক্ষা : শিক্ষার্থীদের চিন্তা ও যুক্তিশক্তি বিকাশে সহায়তা করা, পর্যবেক্ষণ শক্তি ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশসাধনে সহায়তা করা ও বিজ্ঞানপাঠে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ সৃষ্টি করা ইত্যাদি।

উপকরণ : পরীক্ষানল, চামচ, মোম, জিনি, একটুকরা কাগজ, অন্ন পরিমাণ জল, পাথুরে চুন, বিকার, প্লেট, স্পিরিট ল্যাম্প ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান (সম্ভাব্য) :—(১) বাষ্পায়ন, স্ফুটন, মরীচা প্রভৃতি সম্পর্কে দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা এবং (২) পদার্থের বিভিন্ন অবস্থা, রঙ ও গন্ধ সম্পর্কে অভিজ্ঞতা ইত্যাদি।

আয়োজন : শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান ও দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা যাচাই করবার জন্ত এবং নতুন পাঠের প্রতি শিক্ষার্থীর মনোযোগ আকর্ষণের জন্ত নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

- (১) পদার্থের অবস্থা কয়টি ?
- (২) কি কি ?
- (৩) চাঁ তৈরি করবার সময় কেটলিতে জল নিয়ে কিছুক্ষণ তাপ দিলে জলের কি পরিবর্তন হয় ?
- (৪) জল এবং বাষ্পের মধ্যে কি পার্থক্য ?
- (৫) কেটলির নলের কাছে একটি প্লেট ধরলে তাতে কি দেখা যাবে ?
- (৬) জলের বাষ্প রূপান্তরিত হওয়া'কে কি ধরনের পরিবর্তন বলে ? [ সমস্তা ]
- (৭) এক টুকরো কাগজকে আগুনে ধরলে কি দেখা যাবে ?
- (৮) ছাই থেকে কাগজকে কিভাবে ফিরে পওয়া যাবে ?
- (৯) কাগজের ছাইয়ে পরাগত হওয়াকে কি ধরনের রূপান্তর বলে ? [ সমস্তা ]

পাঠঘোষণা—“সমস্তাগুলির সমাধান জানাবার জন্ত আজ আমরা ‘পদার্থের পরিবর্তন’ কয় ধরনের এবং পরিবর্তনগুলির বৈশিষ্ট্য কি—পরীক্ষার ভিত্তিতে আলোচনা করব”—এই বলে পাঠ ঘোষণা করা হবে এবং বোর্ডে “ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন” শীর্ষকটি লিখে দেওয়া হবে।

### II উপস্থাপন II

বিষয়—ভৌত পরিবর্তন : ভৌত পরিবর্তনে পদার্থের অস্থায়ী পরিবর্তন ঘটে এবং নতুন কোন পদার্থ তৈরি হয় না।

পদ্ধতি—নিম্নে বর্ণিত পরীক্ষাগুলি যথাসম্ভব ছাত্রদের সক্রিয় সহযোগিতায় করা হবে। পরীক্ষার প্রতিটি পর্যায়ে প্রশ্নোত্তর রর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা কি পর্যবেক্ষণ করল জেনে নেওয়া হবে, পদার্থের পরিবর্তনগুলির বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হবে এবং পরীক্ষার বিবরণ ও সংজ্ঞাগুলি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে। শ্রেণীর কাজের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের নিম্নরূপ ছক পূরণ করে নিতে বলা হবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত	সংজ্ঞা

**পরীক্ষা** ( শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় শিক্ষক করবেন। )

১। পরীক্ষা : একটি চামচে অল্প পরিমাণে গুঁড়ো মোম নিয়ে তাপ দেওয়া হবে। তরল মোমকে বিকারের ঠাণ্ডা জলে ঢেলে দেওয়া হবে। তরল মোম আবার কঠিন হবে।

[ পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের প্রশ্ন করা হবে এবং সিদ্ধান্ত-গ্রহণে তাদের সাহায্য করা হবে। ]

২। পরীক্ষা : পরীক্ষা-নলের জলের মধ্যে কিছু পরিমাণ খাল-লবণ মিশ্রিত করা হবে এবং শিক্ষার্থীদের শুক লবণ ও লবণের জলীয় দ্রবণের স্বাদ গ্রহণ করতে বলা হবে। লবণ-জলের কিছু অংশ চামচে নিয়ে তাপ দিয়ে বাষ্পীভূত করা হবে। চামচে লবণের অধঃক্ষেপটি শিক্ষার্থীদের দেখানো হবে এবং স্বাদ নিতে বলা হবে।

[ পরীক্ষার ভিত্তিতে প্রশ্ন করা হবে এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণে সাহায্য করা হবে ]

**প্রশ্ন** ( শিক্ষক করাবেন এবং প্রশ্নোত্তরের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীরা পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্তের স্তম্ভ পূরণ করবে। )

\* তাপ দেবার ফলে মোমের কি পরিবর্তন হ'ল ?

\* ঠাণ্ডা জলের সংস্পর্শে এসে গলিত মোমের কি পরিবর্তন হ'ল ?

\* তরল মোম ও কঠিন মোমের মধ্যে উপাদানগত কি পার্থক্য আছে ?

\* মোমের এই পরিবর্তন স্থায়ী না অস্থায়ী ?

\* পদার্থের এই ধরনের পরিবর্তনকে কি পরিবর্তন বলে ? [ সিদ্ধান্ত ]

[ শুক খাচলবণ দিয়ে জিজ্ঞাসা করা হবে। ]

\* জিনিসটির স্বাদ কিরূপ ?

\* লবণের জলীয় দ্রবণের স্বাদ কিরূপ ?

\* জলীয় দ্রবণে লবণের স্বাদের কিরূপ পরিবর্তন হয়েছে ?

\* অধঃক্ষেপের স্বাদ কিরূপ ?

\* শুক লবণ এবং অধঃক্ষেপের মধ্যে পার্থক্য কিরূপ ?

\* শুক লবণ নিয়ে জলীয় দ্রবণ তৈরি করলে লবণের পরিবর্তন স্থায়ী না অস্থায়ী হবে ?

\* লবণের এই ধরনের পরিবর্তনকে কি পরিবর্তন বলা হয় ? [ সিদ্ধান্ত ]

**সংজ্ঞা** : পদার্থের ভৌত পরিবর্তন কাকে বলে ?

[ সংজ্ঞা-নির্ণয়ে শিক্ষার্থীদের সহযোগিতা নেওয়া হবে। ]

**বিষয়** : ২। রাসায়নিক পরিবর্তন : রাসায়নিক পরিবর্তনে বস্তুর স্থায়ী পরিবর্তন ঘটে এবং নতুন পদার্থ উৎপন্ন হয়।

**পদ্ধতি** : পূর্বের মত।



পরীক্ষা

প্রশ্ন

১। পরীক্ষা—একটি চামচে অল্প পরিমাণ চিনি নিয়ে তাপ দিলে চিনি অঙ্গারে পরিণত হবে। চিনির সাদা রঙ অঙ্গারের কালো রঙে পরিণত হবে।

পরীক্ষার পূর্বে শিক্ষার্থীদের চিনির স্বাদ নিতে এবং রঙ লক্ষ্য করতে বলা হবে এবং পরীক্ষার শেষে অঙ্গারের স্বাদ নিতে এবং রঙ লক্ষ্য করতে বলা হবে।

ব্যাখ্যা : শিক্ষার্থীর কাছ থেকে চিনি ও অঙ্গারের স্বাদ ও রঙ জেনে নেবার পর শিক্ষক বলবেন তাপ দেবার ফলে চিনি অঙ্গারে পরিণত হয়েছে। এই অঙ্গার বা কার্বন থেকে কখনই চিনি ফিরে পাওয়া যাবে না। এই ধরনের পরিবর্তন স্থায়ী। ইহা রাসায়নিক পরিবর্তন।

২। পরীক্ষা—একটি টেস্টটিউবের জলে কিছু পোড়া চুন মেশালে তাপ সৃষ্টি হবে এবং পোড়া চুন গুঁড়ো হয়ে কলিচুনে পরিণত হবে। চূনের জল শুকিয়ে ফেললেও পোড়া চুন ফিরে পাওয়া যাবে না।

[ শিক্ষক পরীক্ষার প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করাবেন, চূনের দ্রবণের উষ্ণতা অনুভব করতে বলবেন এবং পোড়া চুন ও কলি চূনের আকৃতি পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন। শিক্ষক সিদ্ধান্ত গ্রহণে শিক্ষার্থীদের উপযুক্তভাবে সাহায্য করবেন। ]

- \* চিনির স্বাদ কিরূপ ?
- \* রঙ কিরূপ ?
- \* তাপ দেবার ফলে উৎপন্ন বস্তুটির রঙ কিরূপ ?
- \* উহার স্বাদ কিরূপ ? উৎপন্ন বস্তুটির নাম কি ?
- \* অঙ্গার থেকে কি চিনি ফিরে পাওয়া যাবে ?
- \* এই পরিবর্তন স্থায়ী না অস্থায়ী ?
- \* পদার্থের এই ধরনের পরিবর্তনকে কি পরিবর্তন বলে ?

[ সিদ্ধান্ত ]

- \* পোড়া চূনের আকৃতি কেমন ?
- [ পোড়া চুনকে টেস্টটিউবের জলে মিশ্রিত করে জিজ্ঞাসা করা হবে। ]—
- \* টেস্টটিউবে হাত দিয়ে কি অনুভব করা গেল ?
- চূনের জলীয় দ্রবণকে বাষ্পীভূত করলে কি দেখা গেল ?
- \* অধঃক্ষেপের সঙ্গে পূর্বের পোড়া চূনের আকৃতি তগত কি কি অমিল আছে ?
- \* পোড়া চূনের কি ধরনের পরিবর্তন হয়েছে ?

[ সিদ্ধান্ত ]

সংজ্ঞা : রাসায়নিক পরিবর্তন কাকে বলে ?

অভিযোজন : নবলব্ধ জ্ঞান শিক্ষার্থীর কতটুকু উপলব্ধি করতে পেরেছে এবং দৈনন্দিন জীবনে সে জ্ঞান-প্রয়োগে তার কতখান সমর্থ, জেনে নেওয়া হবে নীচের প্রশ্নগুলির সাহায্যে :

- \* পদার্থের পরিবর্তন কয় ধরনের ?
- \* কোনটি ভৌত এবং কোনটি রাসায়নিক পরিবর্তন বল।

(ক) মরীচা ধরা, (খ) দুধ থেকে ছানা তৈরি করা, (গ) বরফের গলন, (ঘ) কেরোসিনের বাতির দহন, (ঙ) চিনির শরবৎ তৈরি করা।

\* শ্রেণীর বৈজ্ঞানিক বাতিটি জ্বালিয়ে আবার নিভিয়ে দিয়ে প্রশ্ন করা হবে—

(ক) ফিলামেন্টের কি ধরনের পরিবর্তন হ'ল?

(খ) কেন?

বাড়ীর কাজ : শিক্ষার্থীদের পাঠ্যপুস্তক ভাঙ্গভাবে পড়তে বলা হবে এবং ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের পার্থক্যগুলি কয়েকটি নতুন উদাহরণসহ থিখে আনতে বলা হবে।

### পাঠটীকা—৩

বিদ্যালয়—

শ্রেণী—৮ম

ছাত্র সংখ্যা—

গড় বয়স—১০+ বৎসর

সময়—৪০ মিনি:

তারিখ—

শিক্ষক—

বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান

সাধারণ পাঠ—অ্যাসিড ও ক্ষার

বিশেষ পাঠ—

\* (ক) অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ এবং উহাদের সাধারণ ধর্ম।

(খ) বিভিন্ন ধরনের অ্যাসিড ও উহাদের ধর্ম।

(গ) বিভিন্ন ধরনের ক্ষার ও উহাদের ধর্ম

অনুকার পাঠ—\* চিহ্নিত অংশ

### উদ্দেশ্য :

**প্রত্যক্ষ**—অ্যাসিড ও ক্ষারের ধর্মের বৈসাদৃশ্য উপলব্ধি করতে এবং অ্যাসিড ও ক্ষারের ধর্ম পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে অনুধাবন করতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

**পরোক্ষ**—শিক্ষার্থীদের চিন্তা, যুক্তি ও বিচার ক্ষমতার বিকাশসাধনে সহায়তা করা এবং বিজ্ঞানপাঠে শিক্ষার্থীদের আগ্রহী করে তোলা।

**উপকরণ**—লবু  $\text{HCl}$  এবং  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , লেবু, জল, চুনের জল, লাল ও নীল লিটমাস কাগজ, পরীক্ষানল, বিকার, ওয়াচগ্লাস, মিথাইল অরেঞ্জ, তাপ দেবার যন্ত্রপাতি ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান :** অ্যাসিড ও ক্ষারের ব্যবহার সম্পর্কে সাধারণ অভিজ্ঞতা।

**আয়োজন**—শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্ত এবং নতুন পাঠের প্রতি শিক্ষার্থীদের মনোযোগ আকর্ষণ করতে নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

\* তেঁতুলের স্বাদ কেমন? \* লেবুর স্বাদ কেমন? \* অ্যাসিড বলতে কি বোঝ? \* স্থতীর জামাকাপড় নোংরা হ'লে কি দিয়ে পরিষ্কার করা হয়? \* ক্ষার বলতে কি

০ বোঝ। \*তোমাকে দুটি দ্রবণ দেখিয়ে যদি কোনটি ক্ষার এবং কোনটি অ্যাসিড সনাক্ত করতে বলা হয়, তুমি কিভাবে করবে?

**পাঠঘোষণা**—“আজ আমরা অ্যাসিড ও ক্ষারের ধর্মগুলি পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে জানতে চেষ্টা করব।”—এই বলে পাঠ ঘোষণা করা হবে এবং বোডে “অ্যাসিড ও ক্ষারের ধর্ম” শীর্ষকটি লিখে দিয়ে ছাত্রদের লিখে নিতে বলা হবে।

**উপস্থাপন :** বিষয় ১।

অ্যাসিডের ধর্ম—ইহার স্বাদ টক। ইহা নীল লিটমাস কাগজকে লাল করে ও ক্ষারকে প্রশমিত করে লবণ ও জল উৎপাদন করে।

**পদ্ধতি**—পরীক্ষাগুলি ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতিতে করা হ'লেও ছাত্রদের সক্রিয় সহযোগিতা নেওয়া হবে এবং প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সিদ্ধান্তগ্রহণে সাহায্য করা হবে। শ্রেণীর কাজের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের নিয়ে ছকটি পূরণ করে নিতে বলা হবে। শিক্ষক পরীক্ষা ও সিদ্ধান্তগুলি বোডে লিখবেন।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১	...	...
২	...	...
৩	...	...

পরীক্ষা (শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় করবেন)	প্রশ্ন (শিক্ষক করবেন)	পর্যবেক্ষণ (শিক্ষার্থী করবে)	সিদ্ধান্ত (শিক্ষকের সহযোগিতায় শিক্ষার্থী করবে)
১। স্বাদ : একটি বিশুদ্ধ কাঁচ রডের প্রান্তে লেবুর রস, অতি লঘু HCl এবং $H_2SO_4$ নিয়ে পর্যায়ক্রমে শিক্ষার্থীদের স্বাদ গ্রহণ করতে বলা হবে।	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে জিজ্ঞাসা করা হবে) *স্বাদ কি ধরনের? * অ্যাসিডের স্বাদ কি রকম?	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে)  টক	* অ্যাসিডের স্বাদ অম্লযুক্ত।
২। নীল লিটমাস কাগজের উপর অ্যাসিডের প্রভাব—তিনটি পরীক্ষা-নলের প্রত্যেকটিতে পাতিত জলে সিন্ত লাল ও নীল লিটমাস কাগজ রাখা হবে। তারপর	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে জিজ্ঞাসা করা হবে) * কোন অ্যাসিড বেশানো হয়েছে? * নীল লিটমাস কাগজের কি	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে)  নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়ে গেল।	

পরীক্ষা (শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহযোগিতা করবেন)	প্রশ্ন (শিক্ষক করবেন)	পরিবেক্ষণ (শিক্ষার্থী করবে)	সিদ্ধান্ত (শিক্ষকের সহযোগিতায় শিক্ষার্থী করবে)
<p>প্রথমটিতে লেবুর রস এবং দ্বিতীয় ও তৃতীয়-টিতে যথাক্রমে কয়েক ফোঁটা লবু HCl এবং <math>H_2SO_4</math> দেওয়া হবে। [বিক্রিয়ার পরে যাতে চেনা যায়, সেজন্য আগে থেকে লাল ও নীল লিটমাস কাগজে ভট পেন দিয়ে যথাক্রমে R এবং B লিখে রাখা হবে।]</p>	<p>* কি পরিবর্তন দেখা গেল? * লাল লিটমাস কাগজের কি পরিবর্তন দেখা গেল? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায়?</p>	<p>* লাল লিটমাস কাগজের পরিবর্তন হ'ল না।</p>	<p>* অ্যাসিডের উপস্থিতিতে নীল লিটমাস লাল হয়, কিন্তু লাল লিটমাস অপরিবর্তিত থাকে।</p>
<p>৩। অ্যাসিড দ্বারা ক্ষারের প্রশমন এবং লবণ ও জল উৎপাদন—(i) দুটি পরীক্ষানলের প্রথম-টিতে লবু HCl এবং অপরটিতে NaOH-এর দ্রবণ নিয়ে প্রত্যেকটিতে এক ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ মিশিয়ে ছাত্রদের রঙ দেখতে বলা হবে।</p>	<p>* মিথাইল অরেঞ্জের রঙ কিরূপ? (প্রথম টেস্টটিউব দেখিয়ে) * অ্যাসিড দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জের রঙ কিরূপ? (অন্যটি দেখিয়ে) * ক্ষার দ্রবণে উহার রঙ কিরূপ? * দ্রবণের রঙ কিরূপ?</p>	<p>কমলা গোলাপী হলুদ * হলুদ</p>	
<p>(ii) একটি বিকারে লবু NaOH দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা মিঃ অরেঞ্জ মিশিয়ে দেখানো হবে। পরে ঐ দ্রবণের অল্প একটু একটি পরীক্ষানলে নিয়ে অধিক পরিমাণ লবু HCl যোগ করে শিক্ষার্থীদের পুনরায় দোখানো হবে।</p>	<p>* কেন? * HCl যোগ করায় দ্রবণের রঙের কি পরিবর্তন দেখা গেল? * কেন? * ক্ষার কোথায় গেল? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায়?</p>	<p>* দ্রবণে ক্ষার আছে? * দ্রবণটি গোলাপী হয়ে গেল। * অ্যাসিড যোগ করা হল বলে। * অ্যাসিড ক্ষারকে নষ্ট করে ফেলেছে।</p>	<p>* অ্যাসিড ক্ষারকে প্রশমিত করে।</p>



পরীক্ষা (শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহযোগিতা করবেন)	প্রশ্ন (শিক্ষক করবেন)	পর্যবেক্ষণ (শিক্ষার্থী করবে)	সিদ্ধান্ত (শিক্ষকের সহযোগিতায় শিক্ষার্থী করবে)
<p>(iii) বিকারের দ্রবণে এবারে একটা ড্রপারের সাহায্যে ফোঁটা ফোঁটা লবু Hcl যোগ করা হবে যতক্ষণ না ক্ষার প্রশমিত হয়।</p> <p>(iv) প্রশমিত দ্রবণের অংশবিশেষ ওয়াচ গ্লাসে নিয়ে উত্তপ্ত করা হবে। জল ক্রমশঃ বাষ্প হয়ে উড়ে যাবে এবং গ্লাসে খাগুলবণ পড়ে থাকবে।</p>	<p>(প্রশমনের পরে)</p> <p>* দ্রবণের রঙের কি পরিবর্তন দেখা গেল ?</p> <p>* অ্যাসিড যোগ করবার পর দ্রবণের স্বাদ কিরূপ হয়েছে ?</p> <p>* দ্রবণটির মধ্যে অ্যাসিড অথবা ক্ষার—কোন্টির স্বাদ বর্তমান ?</p> <p>* দ্রবণটির এরূপ পরিবর্তনের কারণ কি ?</p> <p>* ওয়াচ গ্লাসে কি দেখা যাচ্ছে ?</p> <p>* ইহার স্বাদ কিরূপ ?</p> <p>* ইহাকে কি বলা হয় ? [ শিক্ষক বুঝিয়ে বলবেন ]</p> <p>* লবণ কেন উৎপন্ন হ'ল ?</p> <p>[ সিদ্ধান্ত ]</p>	<p>* কমলা হয়ে গেল ?</p> <p>* ( স্বাদ গ্রহণ ক'রে বলবে ) নোনতা।</p> <p>কোনটারই নয়।</p> <p>* অ্যাসিড ক্ষারকে প্রশমিত করেছে বলে।</p> <p>* দানা দানা পদার্থ (স্বাদ গ্রহণ ক'রে বলবে)</p> <p>* নোনতা</p> <p>* খাগুলবণ</p>	<p>* অ্যাসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন হয়।</p>

## বিষয় ২।

ক্ষারের ধর্ম : ইহার স্বাদ তিক্ত, ইহার জলীয় দ্রবণ সাবানের মত পিচ্ছিল। ইহা লাল লিটমাসকে নীল করে এবং অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন করে।

পদ্ধতি : পূর্ববৎ

পরীক্ষা	প্রশ্ন	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। ক্ষারের স্বাদ ও স্পর্শ—চুনের জল ও NaOH-এর জলীয় দ্রবণের সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করানো হবে এবং উহাদের স্বাদ ও স্পর্শ সম্পর্কে ধারণা দেওয়া হবে।	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে) জিজ্ঞাসা করা হবে) * স্বাদ কিরূপ? * হাতে নিষে ঘষলে কিরূপ মনে হয়? * এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায়? [প্রত্যেক ক্ষেত্রে প্রশ্ন করা হবে] * কোন্ ক্ষর বেশী হয়েছে? * লাল লিটমাস কাগজের কি পরিবর্তন দেখা গেল? * নীল লিটমাস কাগজের কি পরিবর্তন দেখা গেল? * এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায়?	(প্রত্যেক ক্ষেত্রে) * তিক্ত * সাবানের মত পিচ্ছিল।  (প্রত্যেক ক্ষেত্রে) * লাল লিটমাস নীল হয়ে গেল। * নীল লিটমাসের কোন পরিবর্তন হ'ল না।	* ক্ষারের স্বাদ তিক্ত। উহার জলীয় দ্রবণ সাবানের মত পিচ্ছিল।
২। লাল লিটমাস কাগজের উপর ক্ষারের প্রভাব—দুটি পরীক্ষা-নলে পূর্বের মত লাল ও নীল লিটমাস কাগজ রাখা হবে। প্রথমটিতে কয়েক ফোঁটা চুনের জল অপরটিতে কয়েক ফোঁটা NaOH দেওয়া হবে।			
৩। অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন— [পূর্ববর্তী পরীক্ষার উল্লেখ করে বোঝানো হবে]			* ক্ষার লাল লিটমাসকে নীল করে।

**অভিযোজন**—শিক্ষার্থীর নবলব্ধ জ্ঞানের মূল্যায়ন করা হবে নীচের প্রশ্নগুলির ভিত্তিতে—\* দুটি বর্ণহীন দ্রবণ দিয়ে তোমাকে বলা হ'ল এর মধ্যে একটি অ্যাসিড এবং অপরটি ক্ষার। তুমি কিভাবে সনাক্ত করবে? \* চুনের জলের মধ্যে  $\text{CO}_2$  পরিচালনা করলে নীল লিটমাস লাল হয় কেন? \* একটি বিকারে লাল বা নীল দ্রবণ দেওয়া হ'ল। তুমি কিভাবে বুঝবে সেটি লিটমাসের দ্রবণ?

**বাড়ীর কাজ**—বাড়া থেকে শিক্ষার্থীদের অ্যাসিড ও ক্ষারের ধর্মগুলি লিখে আনতে বলা হবে।

পাঠটীকা নং—৪

বিদ্যালয়—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্ৰেণী—৭ম	সাধাৰণ পাঠ—বায়ু
ছাত্ৰসংখ্যা—	বিশেষ পাঠ—
গড় বয়স—১২ + বৎসৰ	(১) বায়ু-মণ্ডলীয় স্তৰ
সময়—৪০ মিনিট	* (২) বায়ুৰ চাপ ও ওজন
তাৰিখ—	(৩) ব্যাৰোমিটাৰ
শিক্ষক—	(৪) ব্যাৰোমিটাৰেৰ ব্যবহাৰিক প্ৰয়োগ
	অনুকাৰ পাঠ—* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** শিক্ষাৰ্থী বায়ুৰ ওজন ও বিভিন্ন ধৰনেৰ চাপেৰ সঙ্গ পৰিচিত হ'বে।  
লব্ধ জ্ঞানেৰ সাহায্যে প্ৰাত্যহিক অভিজ্ঞতাৰ ব্যাখ্যা দ'বে; বায়ুৰ চাপকে ব্যবহাৰিক  
প্ৰয়োজনে ব্যবহাৰ কৰ'বে; পৰীক্ষাৰ মাধ্যমে জ্ঞান সত্য যাচ ই কৰ'বে এ'বং বৈজ্ঞানিক  
দৃষ্টিভঙ্গী অৰ্জন কৰ'বে। উদ্দেশ্যে উপনীত হ'তে শিক্ষক শিক্ষাৰ্থীক সাহায্য কৰ'বেন।

**উপকৰণ :** স্বহস্তনিৰ্মিত তুলা, সমান সাইজ ও সমান ওজন যুক্ত বায়ুৰ্ভৰ্তি দুটি  
ভলিবল, বিকাৰ, জল, বৰ্ক, ক্ৰমাল, ব'বাৰ গাৰ্ডাৰ, ঠোঙা ও শ্ৰেণীকক্ষেৰ সাধাৰণ  
উপকৰণাদি।

**পূৰ্বজ্ঞান :** দাঁড়িপাল্লাৰ ব্যবহাৰ ও বায়ুবিষয়ক কয়েকটি দৈনন্দিন ঘটনা  
সম্পৰ্কিত অভিজ্ঞতা।

**আয়োজন :** শিক্ষাৰ্থীদেৰ পূৰ্বজ্ঞান পৰীক্ষাৰ জন্তু এ'বং নতুন পাঠে আগ্ৰহ  
জুষ্টিৰ জন্তু নিম্নৰূপ প্ৰশ্ন কৰা হ'বে :

\* পাছেৰ পাতা মাৰে মাৰে নড়ে কেন ?

\* দাঁড়িপাল্লায় কি মাপা হয় ? (শিক্ষাৰ্থী ভেৰেৰ পৰিবৰ্তে ওজন বললেও মেনে  
নেওয়া হ'বে।)

\* দাঁড়িপাল্লা দিয়ে লোহা, জল এ'বং বায়ুৰ মধ্যে কোনগুলিৰ ওজন মাপতে  
পাৰ'বে ?

\* তুমি দোয়াত থেকে কিভাবে কালি ওঠাও ?

\* বেলুনে বোঁনী বাতাস ভৰলে কি হয় ?

\* কেন ?

**পাঠঘোষণা :** “দাঁড়িপাল্লা বা সাধাৰণ তুলাৰ সাহায্যে বায়ু ওজন কৰা যায়।  
কাৰণ বায়ুৰও ওজন আছে। আবার বায়ুৰ চাপ আছে বলেই পেনে কালি ওঠে, বেলুন  
ফাটে। কিভাবে বায়ুৰ ওজন এ'বং চাপ প্ৰদৰ্শন কৰা যেতে পাৰে, তাৰ জন্তু আজ  
কয়েকটি পৰীক্ষা কৰা হ'বে।”—এই বলে শিক্ষক পাঠ-ঘোষণা ক'ৰে বোডে “বায়ুৰ  
ওজন ও চাপ” শীৰ্ষকটি লিখে দ'বেন এ'বং শিক্ষাৰ্থীদেৰ লিখে নিতে বল'বেন।

## ॥ উপস্থাপন ॥

বিষয় ১। বায়ুর ওজন আছে।

পদ্ধতি—ডেমনস্ট্রেশন ও আবিষ্কারের ভাবধারায় পাঠ পরিচালনা করা হবে।

তুলাযন্ত্রের সঙ্গে পরিচয়—বায়ুর ওজন নির্ণয় করবার পূর্বে তুলাযন্ত্রের সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করানো হবে। তুলাদণ্ডটি একটি অর্ধ মিটার স্কেল। উহার উপর তিনটি ছিদ্র থাকবে, দুটি দুই প্রান্তে এবং তৃতীয়টি মাঝখানে। মাঝখানের ছিদ্রটি মধ্যবিন্দুর সামান্য একটু ওপরে থাকবে। তুলাদণ্ডটিকে ঝোলাবার জন্য একটি স্ট্যান্ড ব্যবহার করা হবে। শিক্ষক শ্রেণীতে আনার আগে দুটি সমান সাইজের ভলিবেল সমপরিমাণ বাতাস ভর্তি করে ওজন করে দেখবেন যাতে দুটিরই ওজন সমান হয়। তুলাদণ্ডের সঙ্গে পরিচয়ের ভিত্তিতে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে—

\* তুলাদণ্ড অনুভূমিক হলে দু'দিকের ওজনের কি সম্পর্ক হবে? \* কোন্ প্রান্ত ওপরে উঠে গেলে কি সিদ্ধান্ত করা হবে?

পরীক্ষা	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
ফোলান ভলিবেল দুটি শিক্ষার্থীর সামনে ওজন করে দেখানো হবে। তারপর বামপ্রান্তের বলটির পাম্প ছেড়ে দেওয়া হবে। তার ফলে বামপ্রান্তের ওজন কমে যাবে।	পাম্প ছাড়বার আগে বল দু'টির ওজনের প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। বামপ্রান্তের বলের পাম্প ছেড়ে দেবার সময় শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। সিদ্ধান্ত গ্রহণে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা হবে এবং সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।	* বল দু'টির ওজনের মধ্যে সম্পর্ক কি? * ওজন দু'টিকে সমান বলা হচ্ছে কেন? * কি করা হল? * এখন বল দু'টির ওজনের মধ্যে কি সম্পর্ক? * বাম প্রান্তের বলটির ওজন কমে গেল কেন? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায়?

বিষয় ২। বায়ুর চাপ আছে।

(ক) বায়ুর নিম্ন চাপ আছে।

(খ) বায়ুর উচ্চ চাপ আছে।

(গ) বায়ুর সর্বমুখী চাপ আছে।

পদ্ধতি—ডেমনস্ট্রেশন ও আবিষ্কারের ভাবধারা।



পরীক্ষা	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
<p><b>বিষয় (ক) :</b> একটি বড় কাঁচের জারে জল নিয়ে তাতে একটি কর্ক ভাসিয়ে দেওয়া হবে। একটি কাঁচের বিকার উগ্ৰুড় করে কর্কের উপর এমনভাবে ধরা হবে যাতে বিকারের মুখ জলতল স্পর্শ করে। তারপর বিকারটির উপর চাপ প্রয়োগ ক'রে সোজা হুজি জলের ভিতরে ঢোকানো হবে। দেখা যাবে, তখনও কর্কটি বিকারের মুখের কাছেই থাকছে অর্থাৎ বিকারের মুখ যত নীচের দিকে নামছে, কর্কটিও প্রায় ততখানি নামছে। ঘটনাটি বিকারের বায়ুর নিয় চাপের জন্তই ঘটছে।</p> <p><b>বিষয় (খ) :</b> একটি গ্লাসে কানায় কানায় জল নিয়ে একটি রুমাল ভিজিয়ে গ্লাসের উপর ধরা হবে এবং রবার গার্ডার দিয়ে রুমালটি গ্লাসের গায়ে আটকে দেওয়া হবে। গ্লাসটি উল্টে দিলেও দেখা যাবে জল পড়ছে না বায়ুর উর্ধ্ব চাপের জন্ত।</p>	<p>বিকার চাপা দেবার আগে কর্কের প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে।</p> <p><b>বর্ণনা :</b> শিক্ষার্থীদের বলা হবে দেখতে না গেলেও ঘরের সর্বত্র বায়ু আছে। অনেক সময় খালি ঘর কথাটা ব্যবহার করা হয়। ঘর খালি হতে পারে না, তাতে অন্ততঃ বায়ু থাকবেই। তারপর বিকারটি দেখিয়ে প্রশ্ন করা হবে।</p> <p>অতঃপর বিকার ও কর্কের পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে এবং পরীক্ষার ভিত্তিতে পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা হবে। সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।</p> <p><b>ব্যাখ্যা :</b> এই প্রসঙ্গে শিক্ষক পিচকারী দিয়ে রং তোলার ঘটনাটি চার্টের সাহায্যে ব্যাখ্যা করবেন।</p> <p>রুমালে জল ঢেলে শিক্ষক দেখাবেন যে রুমাল ভেদ ক'রে জল নীচে পড়ে যাচ্ছে। অতঃপর শিক্ষক পাশের পরীক্ষাটি করবেন এবং শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন।</p> <p><b>ব্যাখ্যা :</b> সিদ্ধান্ত গ্রহণের সুবিধার জন্ত শিক্ষক বোর্ডে ছবি একেবায়ুর উর্ধ্ব চাপ সম্পর্কে আলোচনা করবেন এবং বুঝিয়ে দেবেন যে, বায়ুর উর্ধ্ব চাপের জন্তই</p>	<p>* কর্কটিকে ডোবাতে গেলে কি প্রয়োগ করতে হবে ? * কর্কটিকে স্পর্শ না ক'রে কিভাবে ডোবানো যাবে ?</p> <p>বিকারের মধ্যে কি আছে ?</p> <p>* কর্ক নেমে যাচ্ছে কেন ?</p> <p>* এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায় ?</p> <p>* পিচকারীতে রং উঠে বায়ুর কোন্ চাপের জন্ত ?</p> <p>* কি দেখা যাচ্ছে ?</p> <p>* গ্লাসটিকের কাগজে জল ঢাললে পড়ে না, কিন্তু এখানে পড়ছে কেন ?</p> <p>* রুমাল ভেদ ক'রে গ্লাসের জল নীচে পড়ছে না কেন ?</p> <p>* এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায় ?</p> <p>* হাইড্রোজেন বেলুন আকাশে ওড়ে কেন ?</p>

পরীক্ষা	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
<b>বিষয় (গ) :</b> একটি কাগজের ঠোঙা থেকে মুখ দিয়ে বাতাস বের করে নেওয়া হবে। বাইরের বায়ুর সর্বমুখী চাপের জন্ত ঠোঙাটি তখন চুপসে যাবে।	<p>গ্রাসের জল ক্রমাল ভেদ করে নীচে পড়ছে না। এই প্রসঙ্গে শিক্ষক হাইড্রোজেন বেলুনের আকাশে ওড়বার ঘটনাটি ব্যাখ্যা করবেন।</p> <p>শিক্ষক প্রথমে ঠোঙাটি শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের দেখাবেন। তারপর তিনি একজন শিক্ষার্থীকে বলবেন মুখের সাহায্যে ঠোঙা থেকে বাতাস বের করে নিতে। শ্রেণীর অন্যান্য শিক্ষার্থীরা ঘটনাটি প্রত্যক্ষ করবে।</p> <p>সিদ্ধান্ত গ্রহণের সময় শিক্ষক সাহায্য করবেন এবং সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দেবেন।</p>	<p>* ঠোঙার ভেতরে কি আছে ?</p> <p>* ভূমি কয়ভাবে ঠোঙাটিকে চুপসে দিতে পার ?</p> <p>* হাত দিয়ে চুপসে দেবার জন্য ঠোঙার ওপর কোন্ দিকে বল প্রয়োগ করবে ?</p> <p>* মুখের সাহায্যে কি করা হ'ল ?</p> <p>* এর ফলে কি দেখা গেল ?</p> <p>* বায়ুমণ্ডলের বায়ু ঠোঙার ওপর কোন্ অভিমুখে চাপ করেছে ?</p> <p>* এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায় ?</p>

**গল্প :** শিক্ষার্থীদের উৎসাহ-বৃদ্ধির জন্ত ম্যাগডেবার্গের পরীক্ষাটি গল্পের আকারে বলা হবে।

**অভিযোজন :** শিক্ষার্থীদের নবলক জ্ঞান ও ধারণার মূল্যায়ন করবার জন্ত নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে—

\* ট্রেনের যাত্রীরা সাধারণতঃ পাম্পের বালিশ ব্যবহার করেন। সেক্ষেত্রে বালিশের বাতাস যাত্রীর মাথায় কোন্ ধরনের চাপ প্রয়োগ করে ?

\* বায়ুমণ্ডলের কোন্ চাপের ফলে ডুপারে কালি ওঠে ?

\* বেলুনে বেশী বায়ু ভর্তি করলে ফেটে যায় নিম্নলিখিত চাপের জন্ত (ক) উর্ধ্ব চাপ (খ) নিম্ন চাপ ও (গ) সর্বমুখী চাপ [ ]

\* বাড়ীতেই আছে এমন কোন্ কোন্ জিনিসে বায়ুর চাপ ব্যবহার করা হয় ?

\* বায়ুর কয় ধরনের চাপ আছে ?

**বাড়ীর কাজ :** নবলক জ্ঞান চর্চা ও বিজ্ঞান-পাঠে আগ্রহ বৃদ্ধির জন্ত শিক্ষার্থীকে নিম্নরূপ বাড়ীর কাজ দেওয়া হবে—

১। নীচের পরীক্ষাগুলি যথাসম্ভব নিজের চেষ্টায় করবে এবং পরীক্ষার ফল কারণসহ লিখে আনবে।

(ক) মায়ের কাছ থেকে একটি খালি বোতল ও ডিম চেয়ে নাও। ডিমটি সিদ্ধ

ক'রে খোদা ছাড়াও। বোতলের ভেতর পেনসিলের সাহায্যে কিছু কাগজ ঢোকাও এবং তারপর একটি দেশলাই কাঠি জালিয়ে বোতলের মধ্যে ফেলে দাও। কাগজ কিছুক্ষণ জলবার পর নিভে আসবে। এই সময় দরু মুখটি নীচের দিকে রেখে ডিমটি বোতলের মুখে বসাও এবং ডিমের মাধ্যম আলগাভাবে আঁজুল ধর। কি ঘটনা ঘটবে লক্ষ্য কর।

(খ) একটি চায়ের কাপের মধ্যে একটি বেলুনকে ধরে মুখ নিয়ে বেশ ক'রে ফোলাও। বেলুনের মুখটি স্থতা দিয়ে বাঁধ। বেলুনটির মুখ ধরে তোলবার চেষ্টা কর। কি দেখবে?

২। বায়ুমণ্ডলের চাপ থাকলেও আমরা তা অনুভব করি না কেন? প্রশ্নটি লিখে আনবে এবং প্রয়োজনে গৃহ-চিকিৎসকের সঙ্গে যোগাযোগ করবে।

### পাঠটীকা নং—৫

বিভাগ—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্রী—৮ম	পাঠ একক—বায়ু
ছাত্রসংখ্যা—	পাঠক্রম—(ক) যৌগিক পদার্থ
গড় বয়স—১৩+ বৎসর	(খ) মিশ্র পদার্থ ও বায়ু
সময়—৪০ মি:	* (গ) বায়ুর উপাদান ও সংযুক্তির পরীক্ষা
তারিখ—	(ঘ) ... ইত্যাদি
শিক্ষক—	অধ্যকার পাঠ—* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** বায়ুর উপাদান ও অস্তিত্ব সম্পর্কে জ্ঞান-অর্জনে এবং অর্জিত জ্ঞান বাস্তব জীবনে প্রয়োগের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা, চিত্র-অংকন ও গণনায় দক্ষতা অর্জনে সহায়তা করা; পর্যবেক্ষণ ক্ষমতার বিকাশে, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠনে এবং বিজ্ঞানপাঠে আগ্রহস্থিতিতে শিক্ষার্থীকে সাহায্য করা ইত্যাদি।

**উপকরণ—**একটি বড় কাঁচপাত্র, মোমবাতি, ছিপি-সহ বেলজার, KOH, একটি মুচি, চুনের জল (স্বচ্ছ ও ঘোলা), স্কেল, দেশলাই এবং শ্রেণী-কক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান :** শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়া, সালোক সংশ্লেষ প্রক্রিয়া ও অহুপাত সম্পর্কিত জ্ঞান ও দৈর্ঘ্য পরিমাপের দক্ষতা ইত্যাদি।

**আয়োজন :** শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্ত এবং নতুন পাঠের প্রতি শিক্ষার্থীর আগ্রহস্থিতির উদ্দেশ্যে নিম্নরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে।

- (১) শ্বাসকর্মের জন্ত আমরা কোন্ গ্যাস গ্রহণ করি?
- (২) সালোক সংশ্লেষ প্রক্রিয়ার জন্ত গাছপালা কোন্ গ্যাস গ্রহণ করে?
- (৩) শিম, মটর, ছোলা বায়ু থেকে অধিক পরিমাণে কোন্ গ্যাস সংগ্রহ করে?
- (৪) এই গ্যাসগুলি কোথা থেকে পাওয়া যায়?
- (৫) বায়ুর উপাদানগুলি কি কি?

**পাঠ-ঘোষণা**—“বায়ুর উপাদানগুলি কি কি, আজ আমরা পরীক্ষা ও আলোচনার মাধ্যমে জানবার চেষ্টা করব”—এই বলে পাঠ ঘোষণা করা হবে এবং বোর্ডে “বায়ুর উপাদান” শীর্ষকটি উল্লেখ করা হবে।

## ॥ উপস্থাপন ॥

**বিষয় :** বায়ুর উপাদান। বায়ুর প্রধান উপাদান হ'ল অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন। আয়তনের দিক থেকে বায়ুর প্রায় এক-পঞ্চমাংশ হ'ল অক্সিজেন এবং চার-পঞ্চমাংশ নাইট্রোজেন। বায়ুতে এ ছাড়াও আছে জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাই অক্সাইড, নিক্রিয় গ্যাস ও ধূলাবালি ইত্যাদি।

**১। বায়ুতে অক্সিজেনের উপস্থিতি ও আয়তনিক অনুপাত—পরীক্ষা :** একটি বড় খোলাপাত্রে একটি মোমবাতি বসিয়ে পাত্রে কিছুটা জল ঢেলে দেওয়া হবে। একটি মুচিতে কিছু KOH রেখে জলে ভাসিয়ে দেওয়া হবে (KOH বায়ুর CO<sub>2</sub> শোষণ করে)। মোমবাতি জালিয়ে বেলজারটি মোমবাতির উপর এমনভাবে উপুড় করে দেওয়া হবে যাতে মুচিও বেলজারের ভেতরে থাকে। বেলজার বসিয়েই সঙ্গে সঙ্গে উহার মুখ কঁক দিয়ে এঁটে দিতে হবে এবং জারের ভেতর এবং বাইরের জলতল পর্যবেক্ষণ করতে হবে। দেখা যাবে, দু'টি তলই প্রায় সমান উচ্চতায় আছে। কিছুক্ষণ বাদে দেখা যাবে মোমবাতি নিভে গেছে এবং অক্সিজেন ফুরিয়ে যাওয়ায় শূন্যস্থান পূরণের জন্ত পাত্রের জল বেলজারের কিছুটা স্থান দখল করেছে। পরিমাপ করলে দেখা যাবে বেলজারের জলের আয়তন জারটির আয়তনের এক-পঞ্চমাংশ।

**পদ্ধতি—**পরীক্ষাটির উদ্দেশ্য ছাত্রদের বুঝিয়ে বলা হবে এবং পরীক্ষার বিভিন্ন-স্তরের ঘটনাগুলির কারণ নির্ণয় করতে বলা হবে।

শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
পরীক্ষা শুরু করবার আগে পরীক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে শিক্ষার্থীর উপযুক্ত ধারণা আছে কি না যাচাই করে নেওয়া হবে। শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করে অতঃপর পরীক্ষাটি শুরু করা হবে এবং পরীক্ষার চিত্রটি শিক্ষার্থীদের একে নিতে বলা হবে। শিক্ষার্থীদের সুবিধার জন্ত শিক্ষক বোর্ডে ছবিটি এঁকে দিতে পারেন। জারের ভেতরের অক্সিজেনের আয়তনিক অনুপাত নির্ণয়	<p>* মোমবাতির দহনের জন্ত কোন গ্যাসের প্রয়োজন? * বেলজারের ভেতর কি কি আছে? * KOH-এর সংস্পর্শে CO<sub>2</sub> থাকলে কি হবে?</p> <p>* বেলজার চাপা দেবার সঙ্গে সঙ্গে জারের ভেতরে এবং বাইরের জলতলের মধ্যে কি সম্পর্ক দেখা গেল?</p> <p>* মোমবাতির কি অবস্থা হ'ল?</p> <p>* মোমবাতি নিভে গেল কেন?</p> <p>* ঐ অক্সিজেন কোথায় ছিল?</p>

[ সম্ভাব্য উত্তর—জারের বায়ুতে ]



শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
<p>করবার জন্ত শিক্ষকের নির্দেশে শিক্ষার্থীরা একটি স্কেলের সাহায্যে পাত্রের জলতল থেকে যথাক্রমে বেল-জারের জলতলের উচ্চতা ও বেলজারটির উচ্চতা নির্ণয় করবে। এই পরিমাপ থেকে শিক্ষার্থীরা বায়ুতে অক্সিজেনের আয়তনিক অনুপাত সম্পর্কে সিদ্ধান্তে আসবে। শিক্ষক সিদ্ধান্তগ্রহণে সাহায্য করবেন এবং সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখবেন।</p>	<p>* জারের ভেতরে জল উঠেছে কেন ?          * জারের জলের আয়তনের সঙ্গে নিঃশেষিত অক্সিজেনের আয়তনের সম্পর্ক কি ?          * জলের আয়তনের সঙ্গে জারের পূর্বের বায়ুর আয়তনের সম্পর্ক কি ?          * জারের অক্সিজেনের আয়তন ও জারের বায়ুর আয়তনের মধ্যে কি সম্পর্ক ?</p> <p>[ সিদ্ধান্ত ]</p>

২। বায়ুতে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি ও আয়তনিক অনুপাত পরীক্ষা। পূর্বোক্ত পরীক্ষায় বেলজারের নীচের মুখে একটি ঢাকনা লাগিয়ে উঠিয়ে নিয়ে জারের মধ্যে একটি জলন্ত কাঠি ফেলে আবার মুখ বন্ধ করা হবে। কাঠিটি সঙ্গে সঙ্গে নিভে যাবে।

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
<p>শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন এবং ছাত্রদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন।          ব্যাখ্যা : শিক্ষক বলবেন যে, গ্যাসটি <math>\text{CO}_2</math> নয়, কারণ <math>\text{CO}_2</math>-কে <math>\text{KOH}</math> শোষণ করে নিয়েছে। অতঃপর শিক্ষার্থীরা গ্যাসটির নাম বলতে না পারলে শিক্ষক নামটি ঘোষণা করবেন।</p>	<p>* জারের বাকী অংশে কোন্ গ্যাস আছে ?          * গ্যাসের মধ্যে জলন্ত কাঠি ধরলে কি দেখা গেল ?          * জারের বায়ুর তুলনায় নাইট্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত ?</p>

৩। বায়ুতে  $\text{CO}_2$  জলীয় বাষ্প ও নিষ্ক্রিয় গ্যাসের উপস্থিতি।

পদ্ধতি—শিক্ষাসহায়ক উপকরণের সাহায্যে বক্তৃতা দেওয়া হবে এবং আলোচনা করা হবে।

## শিক্ষকের কাজ

- ১।  $\text{CO}_2$ -র উপস্থিতি—একটি আবদ্ধ পাত্র এবং একটি খোলা পাত্রের চূনের জল শিক্ষার্থীদের দেখিয়ে আলোচনা করা হবে।
  - ২। জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি—উদাহরণ সহযোগে আলোচনা করা হবে।
  - ৩। বিরল গ্যাসের উপস্থিতি—উদাহরণ সহযোগে আলোচনা করা হবে।
- প্রসঙ্গতঃ বক্রেখরের উষ্ণ প্রস্রবণে হিলিয়াম গ্যাসের উপস্থিতি এবং বৈজ্ঞানিক সত্যের বোসের হিলিয়াম সংক্রান্ত গবেষণার উল্লেখ করা হবে।

## প্রশ্ন

- \* পাত্র দুটির মধ্যে চূনের জলের কি পার্থক্য দেখা যাচ্ছে ?
- \* খোলা পাত্রের চূনের জল ঘোলা কেন ?
- \* এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ?
- \* শীতকালে শিশিরের জল কোথা থেকে আসে ? \* বায়ুগুণে জল কিভাবে থাকে ?
- \* এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ?
- \* ইলেকট্রিক টেস্টার কোন্ গ্যাস থাকে ?
- \* সাধারণ ইলেকট্রিক বাল্বে কোন্ গ্যাস ব্যবহার করা হয় ?
- \* এই গ্যাসগুলির বৈশিষ্ট্য কি ?

**সারাংশ :** বোর্ডে শ্রেণীর বিভিন্ন পরীক্ষা ও আলোচনার সারাংশ লেখা হবে এবং বিভিন্ন গ্যাসের শতকরা আয়তনিক পরিমাণ উল্লেখ করা হবে। বোর্ডের কাজ শিক্ষার্থীদের লিপিবদ্ধ করতে বলা হবে।

**অভিযোজন :** নববদ্ধ জ্ঞান পরীক্ষা করবার জন্য শিক্ষার্থীদের নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

\* বায়ুর প্রধান উপাদান কি ? \* বায়ুতে কার্বন ডাই অক্সাইডের অস্তিত্ব কিভাবে প্রমাণ করবে ? \* বক্রেখর কোথায় ? \* বক্রেখরের উষ্ণ প্রস্রবণে কোন্ গ্যাস পাওয়া যায় ? \* বায়ুতে কোন্ গ্যাসের পরিমাণ সব চাইতে বেশী ?

## বাড়ীর কাজ :

(১) 100 c.m. লম্বা একটি কাগজের ফালি তৈরি করে ঐ ফালিতে নাইট্রোজেনের জন্য 77-20 cm. দৈর্ঘ্য চিহ্নিত করবে। অনুরূপে অক্সিজেন ও অম্লান্ত গ্যাসের জন্য দৈর্ঘ্য চিহ্নিত করবে।

(২) বায়ুর বিভিন্ন উপাদানগুলির অস্তিত্ব-প্রমাণের পরীক্ষাগুলি লিখে আনবে।

**বি. জ.—**(১)  $\text{O}_2$ -এর অস্তিত্ব প্রমাণের পরীক্ষায় একমুখ-খোলা জার ব্যবহার করা ঠিক নয়। কারণ সে ক্ষেত্রে পাত্রের জলের উপর জার উপুড় করলে জারের আবদ্ধ বায়ুর চাপে ভেতরের জলতলের অবনতি (Depression) হয় এবং তার ফলে বাইরের ও ভেতরের জলতল সমান হয় না। এই ধরনের পরীক্ষায় সেজন্তু দুমুখ-খোলা জার ব্যবহার করা উচিত।

(২)  $\text{O}_2$ -এর অস্তিত্ব প্রমাণের পরীক্ষায় ফসফরাস ব্যবহার করা অধিকতর যুক্তিযুক্ত।

পাঠটীকা নং—৬

শ্রেণী—দশম  
সময়—৪০ মিঃ

অঙ্কার পাঠ—জলের বিভিন্নমুখী চাপ  
ও জলের গভীরতার সঙ্গে চাপের সম্পর্ক

**উদ্দেশ্য :** শিক্ষার্থীরা ১। জলের বিভিন্নমুখী চাপ ও জলের গভীরতার সঙ্গে চাপের সম্পর্ক সম্বন্ধে জ্ঞান অর্জন করবে।

২। জলের চাপের ব্যবহারিক প্রয়োগ সম্পর্কে ধারণা অর্জন করবে।

৩। অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জন করবে।

৪। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করবে এবং বিজ্ঞানের ব্যবহারিক পাঠে আগ্রহী হবে।

**উপকরণ :** জল, রঙ্গীন তরল, 1000 c.c. বিকার, স্কেল, স্থতা, স্বহস্তনির্মিত চাপ পরিমাপক যন্ত্র এবং শ্রেণী-কক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান :** জলের চাপ সম্পর্কে দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতা, দৈর্ঘ্য পরিমাপের দক্ষতা ইত্যাদি।

**আয়োজন :** শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করার জন্য এবং নতুন পাঠের প্রতি তাদের মনোযোগ আকর্ষণের জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :—(ক) তরল পদার্থ কাকে বলে? (খ) জলে ডুব দিয়ে নীচের দিকে গেলে জলের গভীরতা বাড়বে, না কমবে? (গ) ভূমি একটি কোটার ওপর কয়ভাবে চাপ দিতে পার? (ঘ) একটি জলপূর্ণ বেলুনের গায়ে ছিদ্র করলে কি দেখা যাবে? (ঙ) জল বেরিয়ে আসবে কেন? (চ) জল কয় রকমের চাপ দেয়?

[ সমস্তা ]

(ছ) গভীরতা বাড়লে জলের চাপের কি পরিবর্তন হয়?

[ সমস্তা ]

(৩) বায়ুতে  $\text{CO}_2$ -এর উপস্থিতি পরীক্ষার সাহায্যে করা যেতে পারে। ছোট একটি বিকারে পরিষ্কার চুনের জল নিয়ে উহার মধ্যে সাইকেল পাম্পের সাহায্যে বায়ু পরিচালনা করলে চুনের জল অতি শীঘ্র ঘোলা হবে। প্রসঙ্গতঃ মনে রাখা প্রয়োজন যে, মুখ দিয়ে চুনের জলে ফুঁ দেওয়া উচিত নয়। তাতে শিক্ষার্থীরা মনে করতে পারে নিঃশ্বাসের  $\text{CO}_2$ -এর জন্য চুনের জল ঘোলা হয়েছে। (৪) বরফ যোগাড় করা গেলে বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি পরীক্ষার সাহায্যে দেখানো যেতে পারে। (৫) বাড়ীর কাজের ক্ষেত্রে পাই চিত্র (Pie Diagram) ব্যবহার করতে বলা যেতে পারে।

**পাঠ্যঘোষণা :** “জলের মধ্যে সোজাভাবে খালি বাটি, গ্রাস ইত্যাদি ডোবাতে গেলে কষ্ট হয়। খালি কলসী ডুবতে চায় না বলেই খালি কলসী নিয়ে অনেকে সাঁতার শেখে। এ সব কিছুই কারণ হ’ল জলের চাপ। জলের চাপ কয় প্রকারের এবং তাদের বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি, আজ আমরা পরীক্ষার সাহায্যে জানবার চেষ্টা করব।”—এই বলে পাঠ-ঘোষণা করা হবে এবং “জলের বিভিন্নমুখী চাপ ও জলের গভীরতা” শীর্ষকটি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।

## ॥ উপস্থাপন ॥

**চাপ পরিমাপক যন্ত্রের গঠন-পরিচিতি**—যন্ত্রটি একটি বোড়ে লাগানো U আকৃতির পলিথিনের টিউব। উহার এক মুখ (A বাহ) খোলা এবং অপর মুখের (B বাহ) বাড়তি অংশের সঙ্গে একটি রবারের পর্দাযুক্ত ছোট ফানেল লাগানো আছে। U নলের মধ্যে রঙীন তরল আছে। [পাঠটীকায় চিত্রটি এঁকে দেওয়া বাঞ্ছনীয়। *Improved Teaching Aid*, চিত্র নং—২ দেখুন।]

**শিক্ষকের কাজ**—শিক্ষক যন্ত্রটির সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করাবেন। শিক্ষক আগে থেকে রোল বোড়ে যন্ত্রটির একটি চিত্র এঁকে রাখবেন এবং ঐ চিত্রটি শিক্ষার্থীদের এঁকে নিতে বলবেন। যন্ত্র-পরিচিতি শেষ হবার পর তিনি শিক্ষার্থীদের নিম্নরূপ প্রশ্ন করবেন—

\* যন্ত্রটির আকৃতি কিরূপ ? \* B নলের শেষ প্রান্তে কি লাগানো আছে ? \* U নলের মধ্যে কি নেওয়া হয়েছে ?

## ॥ যন্ত্রের কার্যনীতির সঙ্গে পরিচয় ॥

**শিক্ষকের কাজ :** A নলের গায়ে তরল স্তরের মাথার কাছে শিক্ষক হাতা জড়িয়ে রাখবেন। শিক্ষক ফানেলের পর্দায় আঙুলের চাপ দিয়ে দেখাবেন A নলের তরলতল স্তরের দাগের উপর উঠছে। পর্দাকে বিভিন্নভাবে ধরে আঙুলের চাপ দিয়ে ছাত্রদের বোঝাবেন কোন্টি উর্ধ্বচাপ, কোন্টি নিয়চাপ, কোন্টি পার্শ্বচাপ ইত্যাদি। বিকারের জলের তিনটি গভীরতা স্তরের বেঠনী দ্বারা চিহ্নিত করা হবে এবং উহাদের পাশে X, Y, Z লিখে রাখা হবে। X সবচেয়ে কম এবং Z সবচেয়ে বেশী গভীরতা নির্দেশ করবে।

যন্ত্রের কার্যনীতির ভিত্তিতে নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে—

\* A নলের তরলতলের কাছে কি লাগানো আছে ? \* ফানেলের পর্দায় চাপ দিলে কি দেখা যাবে ? \* A নলের তরলতল স্তরের দাগ ছাড়িয়ে উপরে উঠলে কি বোঝা যাবে ? \* আঙুল দিয়ে পর্দায় উর্ধ্বচাপ প্রয়োগ করতে হলে ফানেলকে কিভাবে ধরতে হবে ? \* X, Y এবং Z-এর মধ্যে কোন্টি বিকারের জলের সবচেয়ে বেশী গভীরতা নির্দেশ করে ? ইত্যাদি।



বিষয়	শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
১। জল চাপ দেয়। জলের উদ্ভাবন ও পার্শ্ব চাপ আছে।	<p><b>পদ্ধতি</b>—আবিষ্কারের ভাবধারা ও প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পাঠ দান করা হবে। শিক্ষক পরীক্ষার উদ্দেশ্য বুঝিয়ে বলবেন।</p> <p><b>পরীক্ষা</b> : শিক্ষক ফানেলের মুখটিকে বিভিন্ন দিকে রেখে বিকারের জলের মধ্যে ডোবাবেন।</p> <p><b>বোর্ডের কাজ</b> : শিক্ষক সিদ্ধান্ত গ্রহণে সাহায্য করবেন এবং সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দিয়ে শিক্ষার্থীদের লিখে নিতে বলবেন।</p>	<p>* ফানেলকে বিকারের জলে ডোবানোর পর A নলে কি লক্ষ্য করা গেল ?</p> <p>* তরলতল স্তরের দাগের ওপর উঠল কেন ?</p> <p>* এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায় ?</p> <p>[ সম্ভাব্য উত্তর—বিকারের জল চাপ প্রয়োগ করে। ]</p> <p>[ ফানেলের মুখটিকে ওপর দিকে ধরে বিকারের জলে ডুবিয়ে প্রশ্ন করা হবে। ]</p> <p>* এবার A নলে কি লক্ষ্য করা গেল ?</p> <p>* তরলতল স্তরের দাগের ওপর উঠল কেন ?</p>
২। জলের চাপ গভীরতার উপর নির্ভর করে।	<p><b>পরীক্ষা</b> : ফানেলকে বিকারের জলের বিভিন্ন গভীরতায় ডোবানো হবে এবং A নলে স্তরের দাগের উপর তরল স্তরের উচ্চতা শিক্ষার্থীদের মাপতে বলা হবে। এই উচ্চতাগুলি বিকারের জলের বিভিন্ন গভীরতায় চাপের পরিমাণ নির্দেশ করে।</p> <p>শিক্ষার্থীরা একটি অর্ধমিটার স্কেলের সাহায্যে তরল স্তরের উচ্চতাগুলি পরিমাপ করবে। ঐ পরিমাপগুলি একটি ছকের আকারে শিক্ষক বোর্ডে উল্লেখ করবেন এবং শিক্ষার্থীদের লিখে নিতে বলবেন। এই ছকের ভিত্তিতে প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে তিনি শিক্ষার্থীদের সিদ্ধান্তে উপনীত হতে সাহায্য করবেন।</p>	<p>* বিকারের জল ফানেলের পর্দায় কোন্ অভিমুখে চাপ প্রয়োগ করছে ?</p> <p>* এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ?</p> <p>[ অনুরূপে জলের অন্ত্র ধরনের চাপ প্রশ্নে প্রশ্ন রাখা হবে। ]</p> <p>* জল কয় রকমের চাপ প্রয়োগ করে ? [ সিদ্ধান্ত ]</p> <p>* X গভীরতায় জলের চাপ কত ?</p> <p>* Y গভীরতায় জলের চাপ কত ?</p> <p>* Z গভীরতায় জলের চাপ কত ?</p> <p>* কোন্ গভীরতায় জলের চাপ সব চেয়ে কম ?</p> <p>* কোন্ গভীরতায় জলের চাপ সব চেয়ে বেশী ?</p> <p>* গভীরতা বাড়লে জলের চাপের কি পরিবর্তন হবে ? [ সিদ্ধান্ত ]</p>

বিষয়	শিক্ষক শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
৩। জলের একই গভীরতায় উর্ধ্ব, নিম্ন এবং পার্শ্বচাপ সমান।	পরীক্ষা : Z গভীরতায় ডুবিয়ে ফানেলের মুখকে বিভিন্ন দিকে ঘোরালেও হুতার উপর তরল স্তরের উচ্চতার কোন পরিবর্তন হবে না। শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন এবং শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন।	উর্ধ্বচাপ * ফানেলকে কোন্ গভীরতায় ডোবানো হয়েছে? * বিকারের জল পূর্ণতার উপর কোন্ ধরনের চাপ দিচ্ছে? * উর্ধ্বচাপের পরিমাণ কত? [একই প্রশ্ন করা হবে অত্যাচ্চ চাপের ক্ষেত্রে] * জলের ভেতর একই গভীরতায় বিভিন্ন ধরনের চাপের মধ্যে কি সম্পর্ক বোঝা গেল? [সিদ্ধান্ত]

### ছক (জলের গভীরতা ও চাপের সম্পর্ক)

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	বিকারের জলের গভীরতা	A-নলের হুতার উপর রঙীন তরল স্তরের দৈর্ঘ্য (cm)	বিকারের জলের চাপ = ... cm রঙীন তরল স্তরের চাপ	জলের গভীরতার সঙ্গে চাপের সম্পর্ক
1.	X (কম)	...	...	...
2.	Y (মাঝারি)	...	...	...
3.	Z (বেশী)	...	...	...

**অভিযোজন :** উদ্দেশ্য অনুযায়ী নতুন পাঠ শিক্ষার্থীরা কতখানি আয়ত্ত করতে পারল, জেনে নেওয়া হবে নিম্নরূপ প্রশ্নের মাধ্যমে :

(১) দুটি একই ধরনের বালতির একটিতে কানায় কানায় জল এবং দ্বিতীয়টিতে অর্ধেক জল আছে। কোনটির তলায় বেশী চাপ পড়বে? (২) একটি পুরাতন বালতির ওপরে এবং নীচে দুটি ছিদ্র আছে। বালতিতে জল ভর্তি করলে কি দেখা যাবে? (৩) কেন? (৪) বালতির পাশের ছিদ্র দিয়ে জল পড়বে কোন্ চাপের জন্য? (৫) বালতির তলায় ছিদ্র দিয়ে জল পড়বে কোন্ চাপের জন্য? (৬) বালতির জলের মধ্যে রবারের বল ডুবিয়ে ছেড়ে দিলে ভেসে ওঠে।

(ক) বলের আয়তনের জন্য

(খ) বলের ওজনের জন্য

(গ) জলের নিম্নচাপের জন্য

(ঘ) জলের পার্শ্বচাপের জন্য

(৬) জলের উষ্ণচাপের জ্ঞান

(৭) একতলা এবং তিনতলার দুটি জলের ট্যাপ পুরোপুরি খুলে দিলে কোন্টা থেকে বেশী জোরে জল পড়বে ?

(৮) কেন ?

**বাড়ীর কাজ :** নতুন পাঠে পরীক্ষামূলক দক্ষতা অর্জনের জন্য শিক্ষার্থীদের বাড়ীর কাজ দেওয়া হবে।

(১) নিম্নের পরীক্ষাগুলি করবে এবং তোমার পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত লিখে আনবে—

(ক) দুটি একই ধরনের গ্লাস নিয়ে একটিতে অর্ধেক এবং দ্বিতীয়টিতে প্রায় কানায় কানায় জল নিয়ে দু'টির মুখেই বেলুনের পর্দা ভাল করে আটকে দেবে। গ্লাস উল্টোলে তোমার বন্ধু কিভাবে বুঝবে কোন্টাতে বেশী জল আছে ?

(খ) একটি খালি লম্বা পাউডারের কোটার গায়ে যথাসম্ভব নিচের দিকে 15 c.m. ব্যবধানে একটি পেরেক দিয়ে দুটি ছিদ্র কর। কোঁটাটিকে খাড়াভাবে বালতির জলে এমনভাবে ডোবাও যাতে দুটি ছিদ্রই জলের মধ্যে থাকে। কোন্ ছিদ্র দিয়ে বেশী জোরে জল ঢুকবে ?

(২) জলের বিভিন্নমুখী চাপের পরীক্ষাগুলির বর্ণনা চিত্রসহ লিখে আনবে।

### পাঠটীকা নং—৭

বিভাগ—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্রেণী—অষ্টম	পাঠ—একক—তাপ-সঞ্চালন
ছাত্রসংখ্যা—	পাঠক্রম :—
গড় বয়স—১০+ বৎসর	(১) * তাপ সঞ্চালনের বিভিন্ন উপায়
সময়—৪৫ মিঃ	সুপরিবাহী ও কুপরিবাহী ও পরিবহনের
তারিখ—	দৃষ্টান্ত।
শিক্ষক—	(২) তাপ পরিচলনের বিভিন্ন দৃষ্টান্ত ও
	বায়ুপ্রবাহ।
	(৩) বিকিরণের বিভিন্ন দৃষ্টান্ত ও থার্মো-
	ক্লাস্ক।
	অধ্যকার পাঠ—* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** তাপ-সঞ্চালনের বিভিন্ন উপায় সম্পর্কে জ্ঞান-অর্জনে শিক্ষার্থীদের সহায়তা করা, লব্ধ জ্ঞানের সাহায্যে সাধারণ প্রাকৃতিক ঘটনা উপলব্ধি ও ব্যাখ্যা করতে সাহায্য করা।

শিক্ষার্থীদের চিন্তা, যুক্তি, বিচার-ক্ষমতা ও পরীক্ষা-পর্যবেক্ষণ শক্তির বিকাশ-সাধনে এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গঠনে সহায়তা করা।

**উপকরণ :** পিনযুক্ত লোহার সরু বড়, ফ্লাস্ক, স্ট্যাণ্ড, তারজালি, ব্লটিং কাগজের খুব

ছোট ছোট কিছু টুকরো, জল, বৈদ্যুতিক বাতি, স্পিরিট ল্যাম্প ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান :** তাপ ও উচ্চতা সম্পর্কিত ধারণা, বায়ুমণ্ডলের গঠন, তাপবিষয়ক কয়েকটি প্রাত্যহিক সাধারণ ঘটনা সম্পর্কে ধারণা, নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্নের উত্তরদানের কৌশল ইত্যাদি।

**আয়োজন :** শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করে নতুন পাঠের প্রতি আগ্রহী করে তোলবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

\* উত্তুন থেকে গরম কড়াই নামাবার সময় মা কিভাবে নামিয়ে থাকেন ?  
\* শীতকালে নারকেল তেল কি করে গলানো হয় ? \* কি দেখে বোঝা যায় হাঁড়িতে ভাত ফুটছে কি না ? \* উষ্ণতা কাকে বলে ? \* তাপ কাকে বলে ? \* এক ঘর থেকে অন্য ঘরে বিদ্যুৎ কিভাবে নিয়ে যাওয়া হয় ? \* তাপকে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় কিভাবে নিয়ে যাওয়া হয় ?

**পাঠঘোষণা :** “তাপকে কিভাবে স্থানান্তরে নিয়ে যাওয়া যায়, সেটা পরীক্ষা ও দৃষ্টান্তের মাধ্যমে আমরা আজ জানতে চেষ্টা করব”—এই বলে পাঠ ঘোষণা করা হবে এবং বোঝে “তাপ-সঞ্চালনের বিভিন্ন উপায়” শীর্ষকটি লেখা হবে।

## ॥ উপস্থাপন ॥

**বিষয় ১। তাপ-সঞ্চালনের দৃষ্টান্ত**

**পদ্ধতি :** প্রতিপাদক পদ্ধতিতে তাপ সঞ্চালন সম্পর্কিত পরীক্ষা দেখানো হবে। পরীক্ষার উদ্দেশ্য হবে সমস্তা সৃষ্টি করা।

**পরীক্ষা :** একটি ছোট বিকারে কিছু ঠাণ্ডা জল নেওয়া হবে। একটি টেস্ট-টিউবে কিছু জল ফুটিয়ে জলদহ টেস্টটিউবটিকে বিকারের জলে কিছুক্ষণের জন্য ডুবিয়ে তুলে নেওয়া হবে। টেস্টটিউবের জল থেকে বিকারের জলে তাপ-সঞ্চালনের ফলে বিকারের জল গরম হবে।

শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
শিক্ষক প্রথমে বিকারের ঠাণ্ডা জলের উষ্ণতা হাত দিয়ে কয়েকজন শিক্ষার্থীকে অনুভব করতে বলবেন। টেস্টটিউব ডুবিয়ে উঠিয়ে নেবার পর তিনি আবার সেই সব শিক্ষার্থীদের বিকারের জলের উষ্ণতা অনুভব করতে বলবেন। এই সব শিক্ষার্থী তাদের পর্যবেক্ষণের অভিজ্ঞতা শ্রেণীর অন্য সবাইকে জানিয়ে দেবে।	<p>* টেস্টটিউব ডোবাবার আগে এবং পরে বিকারের জলের উষ্ণতায় কি পার্থক্য দেখা গেল ?</p> <p>* গরম জল টেস্টটিউবেই ছিল, তাতে বিকারের জল গরম হ'ল কেন ?</p> <p>[ সমস্তা ]</p>



বিষয় ২। তাপ-সঞ্চালনের বিভিন্ন উপায় : তাপ-সঞ্চালনের উপায় তিনটি—পরিবহণ ( কঠিন পদার্থে ), পরিচলন ( তরল ও বায়বীয় পদার্থে ) ও বিকিরণ- ( শূন্য মাধ্যমে ) ।

**পদ্ধতি :** ডেমন্স্ট্রেশন + আবিষ্কারের ভাবধারা + বক্তৃতা ( ব্যাখ্যা দেবার জন্য ) ।  
পূর্বের পরীক্ষায় যে সমস্তা সৃষ্টি করা হয়েছে, তার সমাধান করা হবে নিয়ে পরীক্ষা-গুলির মাধ্যমে ।

**পরিবহণ—পরীক্ষা :** একটি ছোট সরু লোহার রডের দৈর্ঘ্য বরাবর কয়েকটি পিন গলিত মোমের সাহায্যে আটকে দেওয়া হবে । রডের একপ্রান্ত একটি স্ট্যান্ডের সঙ্গে আটকে অপর প্রান্তে স্পিরিট ল্যাম্পের সাহায্যে তাপ দেওয়া হবে । ল্যাম্পের দিক থেকে শুরু করে একে একে পিনগুলি খসে পড়বে তাপের পরিবহণের দ্বারা ।

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
শিক্ষার্থীদের পরীক্ষাটি পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে এবং পরীক্ষার শেষে প্রশ্ন করা হবে ।	<p>* রডটি কোন্ উপাদানে গঠিত ?</p> <p>* পিনগুলি খসে পড়ল কেন ?</p> <p>* পিনগুলি এক সঙ্গে খসে পড়ল না কেন ?</p> <p>* কোন্ পিনটি সবার আগে পড়েছে ?</p> <p>* কোন্ পিনটি সবার শেষে পড়েছে ?</p> <p>* তাপ কোন্ দিক থেকে কোন্ দিকে গেছে ?</p> <p>* তাপ একপ্রান্ত থেকে অল্প প্রান্তে কিভাবে গেছে ? [ সমস্তা ]</p> <p>* পরিবহণ-পদ্ধতি কাকে বলে ?</p> <p>* কোন্ ধরনের পদার্থ পরিবহণ পদ্ধতিতে উত্তম হয় ?</p>

**পরিচলন—পরীক্ষা :** একটি ফ্লাস্কের মধ্যে ব্লটিং পেপারের খুব ছোট ছোট কিছু টুকরো ফেলে জল ঢালা হবে । ফ্লাস্কের নীচের দিকে তাপ দিলে ব্লটিং পেপারের টুকরোগুলি নির্দিষ্ট ধারায় ওপরে উঠবে এবং ফ্লাস্কের গা বেয়ে আবার নীচে নামবে । ঘটনাটি ঘটবে জলের পরিচলন-স্রোতের দ্বারা ।

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
পরীক্ষা শুরু করবার প্রাক্কালে এবং পরীক্ষা চলাকালীন রুটিং পেপারের টুকরোগুলির প্রতি শিক্ষার্থীর দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। ব্যাখ্যা : সমস্ত সমাধানের জন্য শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় তাপের পরিচলন নীতি ব্যাখ্যা করেন এবং সংজ্ঞাটি বোর্ডে লিখে নিতে বলবেন। শিক্ষক প্রসঙ্গতঃ বলবেন অধিকাংশ তরল ও বয়বীয় পদার্থ পরিচলন প্রক্রিয়াতেই উত্তপ্ত হয়। পরিচলন-নীতি ব্যাখ্যা করবার সময় শিক্ষক বোর্ডে পরীক্ষার ছবিটি আঁকবেন ও শিক্ষার্থীদের একে নিতে বলবেন।	* ফ্রাস্কে কি কি নেওয়া হয়েছে ? * ফ্রাস্কে তাপ দেবার ফলে রুটিং পেপারের টুকরোগুলির কি পরিবর্তন দেখা যাচ্ছে ? * উপরে উঠবার পরে রুটিং পেপারের টুকরোগুলি কোথায় যাচ্ছে ? * টুকরোগুলি প্রথমে উপরে উঠল এবং পরে নীচে নামল কেন ? [ সমস্ত ] * পরিচলন-পদ্ধতি কাকে বলে ? * কোন্ ধরনের পদার্থ পরিচলন-পদ্ধতিতে উত্তপ্ত হয় ?

## বিকিরণ

পরীক্ষা	শিক্ষক-শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
১। তাপ শূন্য মাধ্যমে চলতে পারে-একটি অধিক ক্ষমতা-সম্পন্ন বিজলী বাতির সাহায্যে পরীক্ষাটি দেখানো হবে।	শিক্ষক কোন একজন শিক্ষার্থীকে তার হাতের তালু একটি বিজলী বাতির নীচের ধরতে বলবেন এবং বাতিটি জ্বলে শিক্ষার্থীর অনুভূতি জানতে চাইবেন। শিক্ষার্থী গরম অনুভব করবে। ব্যাখ্যা : সমস্ত সমাধানের জন্য শিক্ষক উপযুক্ত ব্যাখ্যা দেবেন। কাগজ পুড়ে যাবার পর শিক্ষক শিক্ষার্থীদের লেন্স-টির উষ্ণতা অনুভব করতে বলবেন। ব্যাখ্যা : শিক্ষক সমস্তাটির উপযুক্ত ব্যাখ্যা দেবেন।	(বাঁধ আলবার আগে) * উত্তপ্ত বায়ু কোন্ দিকে যায় ? ( বাঁধ জ্বলে, ) * কি অনুভব করছ ? [ শ্রেণীকে জিজ্ঞাসা করা হবে। ] * বাঁধ থেকে তাপ নীচের দিকে হাতের তালুতে কিভাবে গেল ? [ সমস্তা ] * লেন্সটি কি জলন্ত কাগজের মত উত্তপ্ত হয়েছে ? * কেন নয় ? [ সমস্ত ]
২। তাপ মাধ্যমকে উত্তপ্ত করে না—শ্রেণীর যে জানালা দিয়ে রৌদ্রপ্রবেশ করে, সেই জানালার কাছে একটি উত্তল লেন্স নিয়ে গিয়ে সূর্য রশ্মিকে কেন্দ্রীভূত করে শিক্ষক একটুকরো কাগজ পুড়িয়ে ফেলবেন। কাগজ পুড়লেও লেন্সের উষ্ণতা তেমনভাবে কিছুই বৃদ্ধি পায় না।		

দুটি পরীক্ষার ভিত্তিতে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সিদ্ধান্তগ্রহণে সাহায্য করবেন এবং বিকীরণের সংজ্ঞাটি বোর্ডে লিখে ছাত্রদের খাতায় লিখে নিতে বলবেন। প্রসঙ্গতঃ তিনি কতকগুলি দৃষ্টান্ত উল্লেখ করবেন—সূর্য থেকে পৃথিবীতে তাপ আসবার ঘটনা, উত্তনের পাশে দাঁড়ালে গরম লাগবার ঘটনা ইত্যাদি।

**অভিযোজন**—শিক্ষার্থীদের নবলব্ধ জ্ঞান যাচাই করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

১। নিম্নলিখিত ঘটনাগুলির পাশের বন্ধনীতে তাপ-সঞ্চালনের পদ্ধতিটি উল্লেখ কর :

- |                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| (ক) লোহার উত্তপ্ত হওয়া            | [ | ] |
| (খ) নাইট্রোজেন গ্যাস উত্তপ্ত হওয়া | [ | ] |
| (গ) দুধ উত্তপ্ত হওয়া              | [ | ] |
| (ঘ) হিটার জালিয়ে ঘর গরম রাখা      | [ | ] |

২। বায়ুমণ্ডলের বায়ু উত্তপ্ত হয়

(ক) সূর্য থেকে পৃথিবীতে তাপ আসবার সময়

(খ) উত্তপ্ত মাটির তাপে,

কারণ সূর্য থেকে পৃথিবীতে তাপ আসে

(১) পরিবহণ পদ্ধতিতে

(২) পরিচলন পদ্ধতিতে

(৩) বিকীরণ পদ্ধতিতে।

ঠিক উত্তর দুটি বেছে নিয়ে বন্ধনীতে লেখ [ —, — ]

৩। বিরূতিটি সত্য হলে শূন্যস্থানে “হ্যাঁ” এবং “মিথ্যা” হলে শূন্য স্থানে “না” লিখবে। কোন উৎস থেকে তাপ একই সময়ে পরিবহণ, পরিচলন এবং বিকীরণ পদ্ধতিতে সঞ্চালিত হতে পারে।

**বাড়ীর কাজ :**

(১) উপরের পরীক্ষাগুলি নিজে বাড়িতে করবে।

(২) তাপ-সঞ্চালনের বিভিন্ন পদ্ধতির পার্থক্যগুলি লিখে আনবে।

**বিঃ দ্ৰঃ।** বিকীরণের পরীক্ষায় বৈজ্ঞানিক বাতির পরিবর্তে একটি লোহার রড গরম করে পরীক্ষাটি অমূল্যপভাবে করা যেতে পারে।

## পাঠটীকা নং-৮

বিভাগ—

শ্রেণী—নবম

ছাত্রসংখ্যা—

গড় বয়স—

সময়—৪০ মি:

তারিখ—

শিক্ষক—

বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান

সাধারণ পাঠ—কয়েকটি সাধারণ গ্যাস

পাঠক্রম— (১) হাইড্রোজেন

(২) অক্সিজেন

(৩) নাইট্রোজেন

(৪) অ্যামোনিয়া

\*(৫) কার্বন ডাই অক্সাইড

(৬) হাইড্রোজেন সালফাইড

(৭) সালফার ডাই অক্সাইড

অনুকার পাঠ—\* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** পরীক্ষার মাধ্যমে  $CO_2$  গ্যাসের পরীক্ষাগার প্রস্তুতি ও ধর্ম সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা, রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে গ্যাসের ধর্ম উপলব্ধিতে সাহায্য করা, অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জনে এবং গ্যাসের ব্যবহারিক প্রয়োজনীয়তা অনুধাবনে সহায়তা করা।

চিন্তা, যুক্তি-শক্তি ও পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতা বিকাশে, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জনে এবং বিজ্ঞান-পাঠে আগ্রহহৃষ্টিতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

**উপকরণ :** নির্গম নলযুক্ত উলফস বোতল, লঘু  $HCl$ , গোটা ছয়েক গ্যাস জার (পরিবর্তে টেস্টটিউব নেওয়া যেতে পারে), দীর্ঘনল ফানেল মার্বেলের ছোট ছোট টুকরো, কয়েকটি টেস্টটিউব, চারটি ছোট মোমবাতি, স্ট্যাণ্ড, তারজালি, চার্ট এবং শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান :** হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের প্রস্তুতি ও ধর্ম, সালোক সংশ্লেষ প্রক্রিয়া, অজৈব অ্যাসিড সম্পর্কিত জ্ঞান, লিটমাস কাগজের ব্যবহার, রাসায়নিক সমীকরণ সম্পর্কে ধারণা কার্বনের বহুরূপিতা সম্পর্কে জ্ঞান ইত্যাদি।

**আয়োজন :** ছাত্রদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করার জন্য এবং অনুকার পাঠে মনোযোগ আকর্ষণের জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে—\* সবচেয়ে হালকা গ্যাস কোনটি? \* স্বাসকার্য সহায়ক গ্যাসটির নাম কি? \* ম্যাগনিসিয়ামকে অক্সিজেনে দহন করলে কি উৎপন্ন হয়? \* একটি বহুরূপী মৌলিক পদার্থের নাম বল। \* উহার তিনটি রূপের নাম বল। \* কাঠ-কয়লাকে বায়ুতে পোড়ালে কি গ্যাস উৎপন্ন হয়? \* কার্বন ডাই অক্সাইড উপকারী না অপকারী গ্যাস? \* পরীক্ষাগারে  $CO_2$  গ্যাস কিভাবে উৎপন্ন করবে?

**পাঠঘোষণা :** “আমরা আজ পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে  $CO_2$  গ্যাস প্রস্তুত করব এবং পরীক্ষার মাধ্যমে ধর্মগুলি জানবার চেষ্টা করব।”—এই বলে পাঠঘোষণা করা হবে এবং বোর্ডে “কার্বন ডাই অক্সাইডের প্রস্তুতি ও ধর্ম” শীর্ষকটি লিখে দেওয়া হবে।

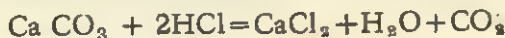


## ॥ উপস্থাপন ॥

বিষয় ১। পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে কার্বনডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি ও সংগ্রহ।

(ক) পরীক্ষাগারে  $\text{CO}_2$  গ্যাস প্রস্তুতির উপায় অন্বেষণ

পদ্ধতি—বস্তুত্বা : শিক্ষক উল্লেখ করবেন, বিভিন্ন উপায়ে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করা যায়। যেমন, কোন জ্বালানী পুড়িয়ে জ্বৈব পদার্থের পচনের দ্বারা শর্করা দ্রবণের গাঁজনের দ্বারা ইত্যাদি। শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়াতে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন হয়। কিন্তু পরীক্ষাগারে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করতে হলে কোন কার্বনেট ব্যবহার করতে হবে। এরপর রসায়নগারে সাধারণতঃ কিতাবে  $\text{CO}_2$  গ্যাস প্রস্তুত করা হয়, তার মূল নীতিটি শিক্ষক বোর্ডে লিখবেন এবং ব্যাখ্যা করবেন।



(মার্বেলের টুকরা) (লঘু)

শিক্ষার্থীরা সমীকরণটি লিখে নেবে।

(খ) উপকরণগুলির সঙ্গে পরিচিতি—

পদ্ধতি—প্রয়োজনীয় উপকরণগুলির সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করানো হবে এবং গ্যাস প্রস্তুতির জন্য সেগুলিকে কিতাবে সাজানো হচ্ছে, তার প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। একটি চার্টের সাহায্যে এই সরঞ্জামের ছবিটি শিক্ষার্থীদের এঁকে নিতে বলা হবে। এই স্তরের উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীদের জ্ঞান ও অঙ্কনমূলক দক্ষতা বৃদ্ধি করা।

[ যন্ত্রপাতি সজ্জার ছবি ]

(গ) গ্যাস প্রস্তুতি ও সংগ্রহ—

পদ্ধতি—ডেমনস্ট্রেশন।

পরীক্ষা : দীর্ঘ নলযুক্ত ফানেলের গা বেয়ে লঘু  $\text{HCl}$  উল্ফস্ বোতলে ঢালা হবে যাতে দীর্ঘনল ফানেলের নিম্ন প্রান্ত অ্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। লঘু  $\text{HCl}$  এবং টুকরো মার্বেলের বিক্রিয়ায় বৃদ্বদ আকারে  $\text{CO}_2$  উৎপন্ন হয়ে নির্গম নল বেয়ে বায়ুর উৎসাপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে জমা হবে। গ্যাসজারের মধ্যে জ্বলন্ত কাঠির নিতে যাবার ঘটনা জ্বারের উপস্থিতি প্রমাণ করবে।

### শিক্ষকের কাজ

শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন। তিনি ছাত্রদের পরীক্ষাটির প্রতিটি স্তর মনোযোগ সহকারে পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন। স্তরগুলি মোটামুটি নিম্নরূপ :

(ক) বোতলে অ্যাসিড ঢালা এবং বোতল বায়ুনিষ্কৃত হয়েছে কি না দেখে নেওয়া,

(খ) বিক্রিয়া, (গ) গ্যাস সংগ্রহ ইত্যাদি।

### প্রশ্ন

- \* হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুতিতে উল্ফস্ বোতল কেন ব্যবহার করা হয়েছিল ?
- \* কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস প্রস্তুতিতে উল্ফস্ বোতল কেন ব্যবহার করা হয়েছে ?
- \*  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতিতে বিক্রিয়ক হিসাবে কি কি ব্যবহার করা হয়েছে ?
- \* বিক্রিয়ার সমীকরণটি কি ?

শ্রেণী—নবম

ছাত্রসংখ্যা—

গড় বয়স—

সময়—৪০ মি:

তারিখ—

শিক্ষক—

সাধারণ পাঠ—কয়েকটি সাধারণ গ্যাস

পাঠক্রম— (১) হাইড্রোজেন

(২) অক্সিজেন

(৩) নাইট্রোজেন

(৪) অ্যামোনিয়া

\* (৫) কার্বন ডাই অক্সাইড

(৬) হাইড্রোজেন সালফাইড

(৭) সালফার ডাই অক্সাইড

অনুকার পাঠ—\* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** পরীক্ষার মাধ্যমে  $CO_2$  গ্যাসের পরীক্ষাগার প্রস্তুতি ও ধর্ম সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা, রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে গ্যাসের ধর্ম উপলব্ধিতে সাহায্য করা, অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জনে এবং গ্যাসের ব্যবহারিক প্রয়োজনীয়তা অস্বাভাবনে সহায়তা করা।

চিন্তা, যুক্তি-শক্তি ও পর্যবেক্ষণ-ক্ষমতা বিকাশে, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জনে এবং বিজ্ঞান-পাঠে আগ্রহস্থিতিতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

**উপকরণ :** নির্গম নলযুক্ত উলফস বোতল, লঘু  $HCl$ , গোটা ছয়েক গ্যাস জার (পরিবর্তে টেস্টটিউব নেওয়া যেতে পারে), দীর্ঘনল ফানেল মার্বেলের ছোট ছোট টুকরো, কয়েকটি টেস্টটিউব, চারটি ছোট মোমবাতি, স্ট্যাণ্ড, তারতালি, চার্ট এবং শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

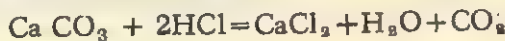
**পূর্বজ্ঞান :** হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের প্রস্তুতি ও ধর্ম, সালোক সংশ্লেষ প্রক্রিয়া, অক্সেব অ্যাসিড সম্পর্কিত জ্ঞান, লিটমাস কাগজের ব্যবহার, রাসায়নিক সমীকরণ সম্পর্কে ধারণা কার্বনের বহুরূপিতা সম্পর্কে জ্ঞান ইত্যাদি।

**আয়োজন :** ছাত্রদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করার জন্য এবং অনুকার পাঠে মনোযোগ আকর্ষণের জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে—\* সবচেয়ে হালকা গ্যাস কোনটি? \* শ্বাসকার্য সহায়ক গ্যাসটির নাম কি? \* ম্যাগনিসিয়ায় অক্সিজেনে দহন করলে কি উৎপন্ন হয়? \* একটি বহুরূপী মৌলিক পদার্থের নাম বল। \* উহার তিনটি রূপের নাম বল। \* কার্ট-কমলাকে বায়ুতে পোড়ালে কি গ্যাস উৎপন্ন হয়? \* কার্বন ডাই অক্সাইড উপকারী না অপকারী গ্যাস? \* পরীক্ষাগারে  $CO_2$  গ্যাস কিভাবে উৎপন্ন করবে?

**পাঠঘোষণা :** “আমরা আজ পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে  $CO_2$  গ্যাস প্রস্তুত করব এবং পরীক্ষার মাধ্যমে ধর্মগুলি জানবার চেষ্টা করব।”—এই বলে পাঠঘোষণা করা হবে এবং বোর্ডে “কার্বন ডাই অক্সাইডের প্রস্তুতি ও ধর্ম” শীর্ষকটি লিখে দেওয়া হবে।

বিবরণ : পরীক্ষাগারে  $\text{CO}_2$  গ্যাস প্রস্তুতির উপায় অন্বেষণ

**পদ্ধতি—বস্তুত্ব :** শিক্ষক উল্লেখ করবেন, বিভিন্ন উপায়ে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করা যায়। যেমন, কোন জ্বালানী পুড়িয়ে জৈব পদার্থের পচনের দ্বারা শর্করা দ্রবণের গাঁজনের দ্বারা ইত্যাদি। শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়াতে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন হয়। কিন্তু পরীক্ষাগারে  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করতে হলে কোন কার্বনেট ব্যবহার করতে হবে। এরপর রসায়নগারে সাধারণতঃ কীভাবে  $\text{CO}_2$  গ্যাস প্রস্তুত করা হয়, তার মূল নীতিটি শিক্ষক বোর্ডে লিখবেন এবং ব্যাখ্যা করবেন।



(মার্বেলের টুকরা) (লঘু)

শিক্ষার্থীরা সমীকরণটি লিখে নেবে।

(খ) উপকরণগুলির সঙ্গে পরিচিত—

**পদ্ধতি—**প্রয়োজনীয় উপকরণগুলির সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচয় করানো হবে এবং গ্যাস প্রস্তুতির জন্য সেগুলিকে কীভাবে সাজানো হচ্ছে, তার প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। একটি চার্টের সাহায্যে এই সরঞ্জামের ছবিটি শিক্ষার্থীদের ঐঁকে নিতে বলা হবে। এই স্তরের উদ্দেশ্য হ'ল শিক্ষার্থীদের জ্ঞান ও অঙ্কনমূলক দক্ষতা বৃদ্ধি করা।

[ মনুপাতি সজ্জার ছবি ]

(গ) গ্যাস প্রস্তুতি ও সংগ্রহ—

**পদ্ধতি—**ডেমনস্ট্রেশন।

**পরীক্ষা :** দীর্ঘ নলযুক্ত ফানেলের গা বেয়ে লঘু  $\text{HCl}$  উলফস্ বোতলে ঢালা হবে যাতে দীর্ঘনল ফানেলের নিম্ন প্রান্ত অ্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। লঘু  $\text{HCl}$  এবং টুকরো মার্বেলের বিক্রিয়ায় বৃদ্ধি আকারে  $\text{CO}_2$  উৎপন্ন হয়ে নির্গমন ল বেয়ে বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে জমা হবে। গ্যাসজারের মধ্যে জলস্ত কঠির নিচে যাবার ঘটনা জ্বারে গ্যাসের উপস্থিতি প্রমাণ করবে।

শিক্ষকের কাজ

প্রশ্ন

শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন। তিনি ছাত্রদের পরীক্ষাটির প্রতিটি স্তর মনোযোগ সহকারে পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন। স্তরগুলি মোটামুটি নিম্নরূপ :

(ক) বোতলে অ্যাসিড ঢালা এবং বোতল বায়ুনিরুদ্ধ হয়েছে কি না দেখে নেওয়া,  
(খ) বিক্রিয়া, (গ) গ্যাস সংগ্রহ ইত্যাদি।

\* হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুতিতে উলফস্ বোতল কেন ব্যবহার করা হয়েছিল ?  
\* কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস প্রস্তুতিতে উলফস্ বোতল কেন ব্যবহার করা হয়েছে ?  
\*  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতিতে বিক্রিয়ক হিসাবে কি কি ব্যবহার করা হয়েছে ?  
\* বিক্রিয়ার সমীকরণটি কি ?

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
কয়েকটি গ্যাস-জারে গ্যাস সংগ্রহ করা হবে অবশ্য, দ্রুত কাজ করতে হলে টেস্টটিউবে গ্যাস সংগ্রহ করা যেতে পারে। উলফ-স. বোতল থেকে গ্যাসজারে গ্যাসের গতিপথ তীরচিহ্ন দ্বারা চিহ্নিত করা হবে।	* বোতলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হচ্ছে, সেটা কি ভাবে বোঝা যাচ্ছে? [ সম্ভাব্য উত্তর—বুদবুদ দেখে ] * গ্যাস সংগ্রহ করার পূর্বে গ্যাস-জারে কি ছিল? * এখানে গ্যাস কিভাবে সংগ্রহ করা হচ্ছে? * এভাবে $\text{CO}_2$ গ্যাস সংগ্রহ করা হচ্ছে কেন? * গ্যাস জারে $\text{CO}_2$ জমা হয়েছে কিভাবে বোঝা যাবে?

বিষয় ২। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের ধর্ম।

পদ্ধতি—শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতিতে গ্যাসের ধর্মগুলি পরীক্ষা করে দেখানো হবে। শ্রেণীর কাজগুলি শিক্ষার্থীদের নিম্নলিখিত ছকে লিপিবদ্ধ করতে বলা হবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
---------	------------	-----------

ধর্ম	পরীক্ষা (শিক্ষক)	প্রশ্ন (শিক্ষক)	পর্যবেক্ষণ (শিক্ষার্থী)	সিদ্ধান্ত (শিক্ষার্থী)
(ক) দহন ভূমিকা	একটি জলস্ত কাটি একটি গ্যাস জারের মধ্যে ধরা হবে।	* কি দেখা গেল? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায়?	* জলস্ত কাটি নিভে গেল।	$\text{CO}_2$ গ্যাস দহনের সহায়ক নয়।
(খ) গ্যাসের ধনত্ব	টেবিলের প্রান্তে রাখা একটি স্ট্যাণ্ড থেকে একটি লম্বা রড ঝুলিয়ে রডের বিভিন্ন উচ্চতায় ছোট ছোট মোম- বাতি সূতা দিয়ে বাঁধা হবে ছাত্রদের সহযোগিতায়। মোমবাতিগুলি জালিয়ে দিয়ে	* কি দেখা গেল?  * কোন্ মোমবাতি প্রথম নিভে গেল?  * কোন্টি শেষে নিভল? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায়?	* মোমবাতি- গুলি একে একে নিভে যাচ্ছে। * একদম উপরের বাতিটি আগে নিভল। * একদম নীচের বাতিটি শেষে নিভল	গ্যাস বায়ু অপেক্ষা ভারী।



ধর্ম	পরীক্ষা ( শিক্ষক )	প্রশ্ন ( শিক্ষক )	পর্যবেক্ষণ ( শিক্ষার্থী )	সিদ্ধান্ত ( শিক্ষার্থী )
(গ) গ্যাসের রঙ	রঙের উদ্ভ্রান্তে একটি গ্যাসভর্তি জার উপড় করে ধরা হবে। একটি গ্যাসভর্তি জারের প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে। একটি জলপূর্ণ পাত্রের উপর গ্যাস- ভর্তি জার উপড়	* গ্যাসের রঙ কিরূপ ?	* গ্যাসের রঙ নেই।	* গ্যাস বর্ণহীন।
(ঘ) জলে দ্রবণীয়তা	করলে পাত্রের জল ধীরে ধীরে জারের মধ্যে উঠবে। একটি গ্যাসপূর্ণ জারে কিছুটা	* জারের মধ্যে জলস্তরের কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা গেল ?	* পাত্রের জল জারের মধ্যে উঠছে।	* CO <sub>2</sub> গ্যাস জলে দ্রবণীয়।
(ঙ) জলীয় দ্রবণের অ্যাসিড ধর্মতা	পাতিত জল ও একটি লিটমাস কাগজ রেখে ঝাঁকানো হবে। [ শিক্ষার্থীদের সিদ্ধান্ত গ্রহণে সাহায্য করা হবে এবং অ্যাসিডের ফরমুলা ও বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা হবে। $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ কয়েক ফোটা	* এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ? * লিটমাস কাগজের কি পরিবর্তন হ'ল ? * এর থেকে কি সিদ্ধান্তে আসা যায় ?	* নীল লিটমাস লাল হ'ল।	* গ্যাসের জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড- ধর্মী।
(চ) চুনের জলের সঙ্গে বিক্রিয়া	পরিষ্কার চুনের জল একটি গ্যাসভর্তি জারে নিয়ে	ঝাঁকানোর পর চুনের জলের কি পরিবর্তন দেখা গেল ?	* চুনের জল ঘোলা হ'ল।	



পাঠটীকা নং—২

শ্রেণী—নবম

সময়—৪৫ মি:

বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান

অন্তকার পাঠ—ভৌতরাশি ও

পরিমাপের একক

উদ্দেশ্য :

**প্রত্যক্ষ**—শিক্ষার্থী বিভিন্ন রাশি সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন করবে, এককগুলির শ্রেণী-বিভাগ করবে, বিভিন্ন রাশিকে সুবিধাজনক এককে প্রকাশ করবে, বিভিন্ন জিনিস পরিমাপের জন্য বিভিন্ন যন্ত্র ব্যবহারের জ্ঞান অর্জন করবে।

**পূরোক্ষ**—শিক্ষার্থী বিজ্ঞান-পাঠে আগ্রহী হবে এবং শিক্ষার্থীর বিচার-ক্ষমতার বিকাশ ঘটবে।

**উপকরণ**—বাটখারা, চার্ট, স্কেল, রড, দেশলাই কাটি, বালি, স্তম্ভসমেত রিল, স্লুগেজ, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্টপ ওয়াচ ও শ্রেণীর সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান**—পরিমাপ-সম্পর্কিত সাধারণ জ্ঞান ও ধারণা।

**আয়োজন :** (ক) শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে—

(১) তোমার জ্যামিতি বাক্সের স্কেলটির দৈর্ঘ্য কত ?

(২) তোমার বিজ্ঞানয়ের প্রথম পিরিয়ড কত সময় ধরে হয় ?

(৩) তুমি প্রতি বেলার কত পরিমাণ চালের ভাত খাও ?

(৪) নতুন পাঠের প্রতি শিক্ষার্থীর আগ্রহ সৃষ্টি করতে এবং সমস্তা সৃষ্টি করতে শিক্ষক নিম্নলিখিত উপায়ে অগ্রসর হবেন।

শিক্ষক একজন ছাত্রকে স্তম্ভের রিল থেকে “কিছু” স্তম্ভ কাটতে বলবেন এবং অপর একজনকে একটি পাত্র থেকে কিছু বালি অত্র একটি কাগজে রাখতে বলবেন এবং প্রশ্ন করবেন :

\* তোমাকে কতটুকু স্তম্ভ কাটতে বলা হয়েছিল ?

\* তুমি কতটুকু কেটেছ ?

[ সমস্তা ]

\* তুমি কতটুকু বালি সরিয়েছ ?

[ সমস্তা ]

**পাঠঘোষণা**—“কিছুটা”, “ধানিকটা”, “অনেকটা”, “অল্প পরিমাণ”, “বেশী পরিমাণ” কথাগুলি সচরাচর ব্যবহার করলেও কথাগুলি অর্থহীন। ‘এক মুহূর্ত’ বলতে আমরা অনেক সময় দু-এক সেকেন্ড বুঝে থাকি, কিন্তু হিন্দুশাস্ত্রে ব্রহ্মার কাছে এক মুহূর্ত সমান আমাদের এক কোটি বৎসর। এটা বৈজ্ঞানিক যুগ। স্তম্ভরাং আমাদের সব কিছুই নির্দিষ্টভাবে করতে বা বলতে হবে। এর জন্য আজ আমরা “ভৌতরাশি ও পরিমাপের একক” সম্পর্কে আলোচনা করব—এই বলে শিক্ষক পাঠঘোষণা করবেন এবং শীর্ষকটি বোর্ডে লিখে দেবেন এবং শিক্ষার্থীরা লিখে নেবে।

## উপস্থাপন

পদ্ধতি : আবিষ্কারের ভাবধারায় বক্তৃতা ও ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতি অবলম্বন করা হবে। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় সিদ্ধান্তে উপনীত হবেন এবং সিদ্ধান্তগুলি বোর্ডে লিখে দিয়ে শিক্ষার্থীদের লিখে নিতে বলবেন।

বিষয়	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
১। ভৌত রাশি	শিক্ষক দৃষ্টান্ত দেবেন, আলোচনা করবেন এবং সংজ্ঞা নির্ণয়ে ছাত্রদের সাহায্য করবেন।	* মানুষের বুদ্ধি এবং উচ্চতার মধ্যে কোন্টি সঠিকভাবে পরিমাপযোগ্য ? * ভৌতরাশি কাকে বলে ? (দেশলাই কাঠি দিয়ে পরিমাপ করবার পূর্বে জিজ্ঞাসাকরা হবে) * প্রথম ও দ্বিতীয় রডের মধ্যে কোন্টি বড় ?
২। একক	শিক্ষক কোন শিক্ষার্থীকে একটি দেশলাই কাঠির সাহায্যে বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের দুটি রড পরিমাপ করতে বলবেন। তিনি একক সম্পর্কে আলোচনা করবেন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে আলোচনা করবেন। ব্যাখ্যা : প্রাথমিক এককের ব্যাখ্যা সম্পর্কে বলবেন যে, অধিকাংশ রাশির পরিমাপ দৈর্ঘ্য পরিমাপক স্কেল, তুলা এবং ঘড়ির সাহায্যে করা যেতে পারে।	* প্রথম রডটি দ্বিতীয় রডের তুলনায় কতগুণ বড় ? [সমস্ত্রা] (কাঠি দিয়ে মাপবার পর) * প্রথম রডের দৈর্ঘ্য ক'টি দেশলাই কাঠির সমান ? * দ্বিতীয় রডের দৈর্ঘ্য ক'টি কাঠির সমান ? * প্রথম রডের দৈর্ঘ্য দ্বিতীয় রডের কত গুণ ? * এখানে কাঠিটি কি হিসাবে কাজ করছে ? * একক কাকে বলে ? [সংজ্ঞা] * একটি কাঠের চৌপলের আয়তন কিভাবে নির্ণয় করবে ? * স্কেল দিয়ে কি মাপা হয় ? * কাঠের চৌপলের আয়তন জানা থাকলে ঘনত্ব কিভাবে নির্ণয় করবে ? * তুলার সাহায্যে চৌপলের কি মাপা হয় ? * একটি গাড়ীর গতি কিভাবে মাপা হয় ?
৩। প্রাথমিক ও লব্ধ একক		



বিষয়	শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
৪। পরিমাপের বিভিন্ন পদ্ধতি C. G. S., F. P. S., S. I. ইত্যাদি	<p>ব্যাখ্যা : লব্ধ এককের ধারণা নিতে গিয়ে শিক্ষক বলবেন, কোনকিছু পরিমাপ করতে গিয়ে এমনও দেখা যায় ; দৈর্ঘ্যের পরিমাপ একাধিকবার করতে হচ্ছে বা দৈর্ঘ্য ও ভরের পরিমাপ একইসঙ্গে করতে হচ্ছে বা দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের পরিমাপ একই সঙ্গে করতে হচ্ছে।</p>	<p>* প্রাথমিক একক কাকে বলে ( সংজ্ঞা )</p> <p>* ঘরের আয়তন মাপতে গেলে দৈর্ঘ্য পরিমাপক কিতা ক'বার ব্যবহার করতে হবে ?</p> <p>* কোন সমকোণী চৌপলের ঘনত্ব নির্ণয়ে কোন্ কোন্ পরিমাপ-যন্ত্র ব্যবহার করতে হবে ?</p> <p>* আয়তন, ঘনত্ব প্রভৃতি পরিমাপক একককে কোন্ ধরনের একক বলে ?</p> <p>* লব্ধ একক কাকে বলে ( সংজ্ঞা )</p>
	<p>শিক্ষক শিক্ষার্থীদের ফুট-ক্লার, কিলোগ্রাম বাট-খাগা, আধসের বাটখারা ( সম্ভব হলে ) ও ঘড়ি দেখাবেন। শিক্ষক শিক্ষার্থীদের ফুট ক্লারের সাহায্যে ২ ফুট দৈর্ঘ্যের একটি কাঠির পরিমাপ করতে বলবেন। বিভিন্ন পরিমাপ পদ্ধতি আলোচনা শেষে তিনি প্রাসঙ্গিক উপায়ে S. I. Units ( Systeme International d' Units )-এর উল্লেখ করবেন।</p> <p>[ শিক্ষক জানিয়ে দিতে পারেন, আধসের = এক পাউণ্ড ]</p>	<p>* কাঠিটির দৈর্ঘ্য কত ? * এই দৈর্ঘ্যকে অন্ত্র কিভাবে প্রকাশ করা যায় ? ( সে. মি. স্কেলের প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ ক'রে। )</p> <p>* এখন সোনার দর কত ?</p> <p>* গ্রামের দ্বারা কি বোঝানো হচ্ছে ? * পূর্বে চা, পাউন্ড কি হিসাবে বিক্রী হ'ত ? তোমাদের বিদ্যালয়ে ১০০ মি. দৌড় প্রতিযোগিতায় গত বছরের রেকর্ড কি ছিল ?</p> <p>* এখানে সেকেন্ডের দ্বারা কি বোঝানো হচ্ছে ?</p> <p>* পরিমাপের বিভিন্ন পদ্ধতিগুলি কি কি ? ( সিদ্ধান্ত )</p>

বিষয় ৫। বিভিন্ন ভৌত রাশি, উহাদের পরিমাপের বিভিন্ন একক এবং এককগুলি ব্যবহারের সুবিধা।

পদ্ধতি—বিভিন্ন দৃষ্টান্ত উল্লেখ ক'রে এবং যন্ত্রপাতি প্রদর্শন ক'রে 'বহুতা-পদ্ধতি'

অবলম্বন করা হবে। দৈর্ঘ্যের বিভিন্ন বিস্তৃতি (magnitude) বোঝাবার জন্য নীচের চিত্রটি ব্যবহার করা হবে।

পৃথিবী থেকে পৃথিবী থেকে সূর্যের পৃথিবীর এভারেস্টের বাড়ীর  
দূরতম নীহারিকা সূর্যের দূরত্ব ব্যাস ব্যাস উচ্চতা উচ্চতা  
পুঞ্জের দূরত্ব



মানুষের উচ্চতা  
আমের দৈর্ঘ্য

ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসের সাবানের কাগজের পেনসিলের  
ব্যাস ব্যাস ফেনার বেধ ব্যাস  
বেধ

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
<p>* দৈর্ঘ্যের একক উপরের চিত্রের সাহায্যে শিক্ষক বিভিন্ন দৈর্ঘ্য সম্পর্কে ধারণা দেবেন এবং বিভিন্ন দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্র দেখাবেন, যেমন—দর্জির ফিতা, কম্পাস, ক্লার, ড্রাইড ক্যালিপার্স, ভার্নিয়ার স্কেল, জু গেজ ইত্যাদি। শিক্ষক ছাত্রদের উপরের চিত্রটি এঁকে নিতে বলবেন।</p> <p>* ভরের একক অভিজ্ঞতাভিত্তিক দৃষ্টান্তের সাহায্যে ভরের বিভিন্ন বিস্তৃতি ও উহাদের পরিমাপ সম্পর্কে শিক্ষক ধারণা দেবেন।</p>	<p>* পৃথিবী থেকে আলফা সেকুয়ারী দূরত্ব কত? * পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব কত? * এভারেস্টের উচ্চতা কত? * তোমার বইয়ের পাতার বেধ কত? (আনুমানিক) * ইলেকট্রনের ব্যাস কত? * দৈর্ঘ্যের বিভিন্ন এককগুলির নাম কি?</p> <p>* চেয়ার এবং বেঞ্চের মধ্যে কোনটিতে কাঠের পরিমাণ বেশী? * ভর কাকে বলে? * বাড়ী তৈরি করবার লোহা কি হিসাবে কেনা হয়? * বেশী চাল কিনলে কি হিসাবে কেনা হয়? * লরীর বহন-ক্ষমতা কোন্ এককে প্রকাশ করা হয়? তোমার ওজন কত? * গরম মশলা কি হিসাবে কেনা হয়? * ভরের বিভিন্ন এককগুলি কি কি?</p>

শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
<p>* সময়ের একক—সময়ের একক সম্পর্কে ধারণা দিতে গিয়ে শিক্ষক অভিজ্ঞতাভিত্তিক দৃষ্টান্ত উল্লেখ করবেন; সময়-পরিমাপক যন্ত্র হিসাবে হাতের ঘড়ি, স্টপ ওয়াচ দেখাবেন এবং ক্রোনোমিটার ও পারমাণবিক ঘড়ি প্রসঙ্গ গল্পের আকারে উত্থাপন করবেন।</p>	<p>* তোমার বয়স ঠিক কত? * তুমি বাড়ীতে কতক্ষণ পড়? তোমার বিজ্ঞানায়নের প্রথম পিরিয়ড কতক্ষণ ধরে হয়? * দোতলা থেকে একতলার নামতে তোমার কমপক্ষে কত সময় লাগবে? * সময়ের বিভিন্ন এককগুলি কি কি?</p>

**আলোচনা**—বিভিন্ন পরিমাপ পদ্ধতির সুবিধা অসুবিধা ও ব্যবহারিক এককগুলি সম্পর্কে শিক্ষক সংক্ষেপে আলোচনা করতে পারেন।

**অভিযোজন**—শিক্ষার উদ্দেশ্য কতখানি সফল হয়েছে জেনে নেওয়া হবে নীচের প্রশ্ন ও কার্যাবলীর মাধ্যমে।

(১) তোমার বিজ্ঞান বইয়ের একটি পাতার বেধ কিভাবে নির্ণয় করবে?  
[ শিক্ষার্থীরা তাদের নিজ নিজ স্কেলের সাহায্যে বিজ্ঞান বইয়ের বেধ নির্ণয় করবে, পাতার সংখ্যা হিসাব করবে এবং তার ভিত্তিতে একটি পাতার বেধ নির্ণয় করবে। ]

(২) বইয়ের পাতার বেধ সাধারণতঃ কত হবে?

(৩) ১০ সে. মি. সমান কত ইঞ্চি?

(৪) কলকাতা থেকে বয়ের দূরত্ব ১৯৬৮০০০ মিটার। এই দূরত্বকে সুবিধাজনক উপায়ে কিভাবে প্রকাশ করা যাবে?

(৫) তোমাকে দু'টি বস্তু দেওয়া হ'ল। উহাদের ভর যথাক্রমে ৩৩ গ্রাম এবং ৮৭ আউন্স। উহাদের যথাক্রমে কিলোগ্রাম এবং পাউণ্ডে প্রকাশ কর।

(৬) কোন্ ক্ষেত্রে দ্রুত হিসাব করা সম্ভব হ'ল?

(৭) ১৭ মাইলকে গজে এবং ২৩ কিলোমিটারকে মিটারে প্রকাশ কর।

(৮) কোন্ ক্ষেত্রে দ্রুত হিসাব করা সম্ভব হ'ল?

(৯) তোমার ভৌত বিজ্ঞান বইয়ের ক্ষেত্রফল কত?

**বাড়ীর কাজ**—অতিরিক্ত অমূল্যবান জ্ঞান শিক্ষার্থীদের বাড়ীর কাজ দেওয়া হবে। বাড়ী থেকে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লিখে আনবে।

\* শুক্রবার এবং শনিবারের মধ্যে কোন্ দিন বৌদ্ধিক ক্লান্ত হয় এবং কত বেশী?

\* তোমার রান্নাঘরের দরজা তোমার চাইতে কত উচু? \* তোমার বাড়ীতে দুপুরে এবং রাতে মা যথাক্রমে কত পরিমাণ চালের ভাত রান্না করেন? \* তোমার নতুন প্যান্টটির দৈর্ঘ্য কত? \* ভূগোলের ম্যাপ দেখে কলকাতা থেকে মালদহে আকাশ-পথে দূরত্ব মাইলে এবং কিলোমিটারে প্রকাশ করবে। \* পরিমাপের প্রধান পদ্ধতি কয়টি?

\* উহাদের সুবিধা এবং অসুবিধাগুলি কি কি?

## পাঠটীকা-১০

শ্রেণী—নবম

সময়—৪৫ মি:

পাঠ একক—কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি

পাঠক্রম—(ক) কার্য, ক্ষমতা ও উহাদের একক

(খ) শক্তি, শক্তির একক ও শক্তির নিত্যতা

\*(গ) শক্তির স্বরূপ ও রূপান্তর।

অন্যকার পাঠ—সূচিহিত অংশ

**উদ্দেশ্য :** শক্তির স্বরূপ এবং বিভিন্নরূপ সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জ্ঞান লাভ করবে; পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ, বক্তৃতা ও আলোচনার ভিত্তিতে শক্তির রূপান্তর সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা লাভ করবে এবং জীবনের বিভিন্ন প্রয়োজনে শক্তির রূপান্তর সম্পর্কিত জ্ঞান কিভাবে প্রয়োগ করতে হয় জানতে পারবে।

শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানের প্রতি আগ্রহী হবে এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করবে।

**উপকরণ—**হাতুড়া, বালি, চাকু, পেরেক, কাগজের টুকরো, চার্ট, স্প্রিট ল্যাম্প, মার্বেল, পাতিলেবু, গ্যালভানোমিটার, স্টীলের তার, তামার তার, পিন, শক্তিশালী দণ্ড-চুম্বক, টর্চ-লাইট, পাথুরে-চুন, জল, টেস্টটিউব, বিকার ইত্যাদি ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান—**কার্য বা শক্তির সংজ্ঞা, শক্তির বৈশিষ্ট্য, ব্যবহারিক জীবনের কয়েকটি ঘটনা এবং নিত্যব্যবহার্য কয়েকটি উপকরণ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান ও ধারণা থাকবে বলে আশা করা যায়।

**আয়োজন—**শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান পরীক্ষা করবার জন্য এবং নতুন পাঠে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ সৃষ্টি করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন দ্বিজ্ঞাসা করা হবে—

(ক) শক্তি ও কাজের মধ্যে কি পার্থক্য?

(খ) ঝড়ো হাওয়ায় অনেক সময় গাছপালা, বাড়িঘর ভেঙ্গে যায় কেন?

(গ) এক বালতি জল নীচে থেকে দোতলা এবং তিনতলার মধ্যে কোনটিতে তোলা সুবিধাজনক?

(ঘ) কেন?

(ঙ) টর্চের বাব জ্বালাতে কোন্ শক্তি ব্যবহার করা হয়?

(চ) ডি. ভি. সি.-তে কোন্ শক্তির সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়?

(ছ) ব্যাঙেলে কোন্ শক্তির বিনিময়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়?

(জ) বাড়ীতে কোন্ কোন্ ধরনের শক্তির ব্যবহার সবচেয়ে বেশী করা হয়?

**পাঠঘোষণা—**“যে কোন প্রাকৃতিক ঘটনা অনুধাবন করলে দেখা যাবে তার পিছনে রয়েছে পদার্থ ও শক্তির পারস্পরিক ক্রিয়া। শক্তি ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য হলেও শক্তির ধর্মগুলি পদার্থের মত নয়। আজ আমরা পরীক্ষা ও আলোচনার মাধ্যমে শক্তির বৈশিষ্ট্য



শক্তির বিভিন্ন রূপ এবং রূপান্তর সম্পর্কে কয়েকটি প্রয়োজনীয় তথ্য জানবার চেষ্টা করব—এই বলে পাঠবোষণা করা করা হবে এবং বোর্ডে “শক্তির স্বরূপ ও রূপান্তর” শীর্ষকটি লিখে দেওয়া হবে।

## ॥ উপস্থাপন ॥

বিষয় :—১। শক্তি মূলতঃ দুই প্রকার—স্থিতি-শক্তি ও গতি-শক্তি। পদার্থের মত শক্তির কোন ওজন নেই।

পদ্ধতি—আবিষ্কারের ভাবধারায় প্রতিপাদক পদ্ধতি ব্যবহার করা হবে।

পরীক্ষা—১। টেবিলের প্রান্তে একটি মার্বেল রেখে মার্বেলটিকে বাইরের দিকে সামান্য ঠেলে দেওয়া হবে। এর ফলে মার্বেলটি পড়ে যাবে। টেবিলের উপর অবস্থান-কালে মার্বেলটির মধ্যে সঞ্চিত স্থৈতিক শক্তি মার্বেলটিকে মাটিতে পড়তে সাহায্য করে।

শিক্ষক পরীক্ষাটি করবার সময় পরীক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন এবং পরীক্ষার ভিত্তিতে নিম্নরূপ প্রশ্ন করবেন।

প্রশ্ন—(ক) কি দেখা গেল?

(খ) কোন্ শক্তি মার্বেলকে নীচে পড়তে সাহায্য করেছে?

(গ) মার্বেল কিভাবে সেই শক্তি অর্জন করেছিল?

পরীক্ষা—২। শিক্ষার্থীদের বলা হবে একটি ছোট পেরেককে টেবিলের কাঠে কচোপে বসাতে। শিক্ষার্থীরা পারবে না। পরে হাতুড়ির আঘাতে সেটি বসানো হবে। হাতুড়ীতে উৎপন্ন গতিশক্তি এ কাজটি করতে সাহায্য করল।

প্রশ্ন—(ক) হাতুড়ী দিয়ে আঘাত করবার ফলে কি দেখা গেল?

(খ) পেরেক বসে গেল কেন?

(গ) হাতুড়ীর গতির ভিত্তি কোন্ শক্তি উৎপন্ন হয়েছে?

পরীক্ষা—৩। একটি স্প্রিং নিয়ে ওজন করা হবে এবং স্প্রিং-এর পাক খুলে ফেলে সেটিকে পুনরায় ওজন করা হবে। দুটি ওজনে কোন পার্থক্য দেখা যাবে না। এর থেকে প্রমাণিত হয় যে, স্প্রিং-এ শক্তি থাকলেও শক্তির কোন ওজন নেই।

প্রশ্ন—(ক) দুটি ওজনে কোন কি পার্থক্য দেখা গেল?

(খ) স্প্রিং-এর মধ্যে কোন্ শক্তি সঞ্চিত ছিল?

(গ) স্প্রিং-এর মধ্যে শক্তি থাকে সবেও স্প্রিং-এর ওজনে বেশী হয়নি কেন?

আলোচনা—পরীক্ষার শেষে শিক্ষক আলোচনা প্রসঙ্গে বলবেন যে, বিভিন্ন ধরনের শক্তিকে প্রধানতঃ দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

(১) স্থিতিশক্তি এবং (২) গতিশক্তি।

বোর্ডের কাজ—শিক্ষক সিদ্ধান্তগুলি বোর্ডে লিখে দেবেন।

বিষয় ২। শক্তির বিভিন্ন রূপ : শক্তি বিভিন্ন রূপে বর্তমান থাকে। যেমন—যান্ত্রিক শক্তি, তাপ শক্তি, আলোক শক্তি, শব্দ শক্তি, চৌম্বক শক্তি, বৈদ্যুতিক শক্তি, রাসায়নিক শক্তি ও পারমাণবিক শক্তি।

**পদ্ধতি**—আবিষ্কারের ভাবধারায় প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে পাঠ পরিচালনা করা হবে। শিক্ষাসহায়ক উপকরণ হিসাবে একটি চার্ট ব্যবহার করা হবে। চার্টে শক্তির বিভিন্ন রূপের উদাহরণ-সংবলিত চিত্র থাকবে। সেগুলির সঙ্গে পরিচয়ের ভিত্তিতে নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে।

**প্রশ্ন**—(ক) শ্রোতব্যুক্ত নদী, সংকুচিত স্প্রিং ইত্যাদির শক্তিকে কি ধরনের শক্তি বলা হয়?

(খ) বৈদ্যুতিক পাখা বোরাতে কোন্ ধরনের শক্তি ব্যবহার করা হয়?

(গ) জলের উষ্ণতা বৃদ্ধির জন্য কোন্ ধরনের শক্তি ব্যবহার করা হয়?

(ঘ) খাত্ত বা জ্বালানিতে কোন্ ধরনের শক্তি বর্তমান থাকে?

(ঙ) শক্তি কোন্ কোন্ রূপে বর্তমান থাকে?

[বোর্ডের কাজ—উত্তর-গ্রহণের পর শক্তির বিভিন্ন রূপগুলির নাম বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।]

(চ) বৈদ্যুতিক ইঞ্জীতে তাপ সৃষ্টি হয় কোন্ শক্তির বিনিময়ে?

(ছ) বাষ্পীয় এঞ্জিনে যান্ত্রিক শক্তি পাওয়া যায় কোন্ শক্তির বিনিময়ে?

**বিষয় ৩। শক্তির রূপান্তর**—বিভিন্ন রূপে শক্তির প্রকাশ ঘটলেও শক্তি একরূপ থেকে অন্যরূপে পরিবর্তিত হতে পারে, ইহাকে শক্তির রূপান্তর বলে।

**পদ্ধতি**—শক্তির কয়েকটি রূপান্তর প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পরীক্ষা ক'রে দেখানো হবে এবং বাকীগুলি বক্তৃতা পদ্ধতিতে বুঝিয়ে দেওয়া হবে।

**বক্তৃতা**—পরীক্ষা শুরু করবার আগে শিক্ষক শক্তির রূপান্তর সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত ভূমিকা দেবেন।

**পরীক্ষা—১। তাপ-শক্তির যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর।**

একটি কাগজের টুকরোকে একটি জলস্ত স্পিরিট ল্যাম্পের উপর নিরাপদ দূরত্বে ধরা হবে। দেখা যাবে, কাগজটি কাঁপছে কারণ ল্যাম্পের তাপশক্তি কাগজের টুকরায় গতিশক্তি সৃষ্টি করবে।

**শিক্ষকের কাজ**—শিক্ষক পরীক্ষাটি করবেন, শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন এবং পর্যবেক্ষণ ভিত্তিতে নিম্নরূপ প্রশ্ন দ্বিচ্ছাসা করবেন:

(ক) কাগজের মধ্যে কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা গেল?

(খ) কাগজে কোন্ শক্তির সৃষ্টি হয়েছে?

(গ) এখানে কোন্ শক্তির বিনিময়ে (যান্ত্রিক) গতি-শক্তির সৃষ্টি হয়েছে?

**পরীক্ষা—২। রাসায়নিক শক্তির বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর।**

একটি গ্যালভানোমিটারের দুই প্রান্ত একটি পাতিলেবুর সঙ্গে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটার বিক্ষেপ হবে।

**প্রশ্ন**—(ক) লেবুর মধ্যে শক্তি কোন্ রূপে সঞ্চিত থাকে?

(খ) [বর্তনী সংযুক্ত করবার পর] গ্যালভানোমিটারে কি পরিবর্তন দেখা গেল?

(গ) কাঁটার বিক্ষেপ হ'ল কেন ?

(ঘ) এখানে কোন্ শক্তি কোন্ শক্তিতে রূপান্তরিত হল ?

পরীক্ষা ৩। চৌম্বক শক্তির যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর

একটি পিনের অদূরে শক্তিশালী চুম্বক রাখলে পিনটি আকৃষ্ট হবে এবং পিনের মধ্যে (যান্ত্রিক) গতিশক্তির সৃষ্টি হবে।

প্রশ্ন—(ক) চুম্বক থেকে কোন্ ধরনের শক্তি পাওয়া যায় ?

(খ) পিনের কাছাকাছি চুম্বক রাখায় কি দেখা গেল ?

(গ) আকর্ষণের ফলে পিনের মধ্যে কোন্ ধরনের শক্তি উৎপন্ন হল ?

(ঘ) এখানে কোন্ শক্তি কোন্ শক্তিতে রূপান্তরিত হ'ল ?

পরীক্ষা ৪। যান্ত্রিক শক্তির শব্দ শক্তিতে রূপান্তর

একটি মারবেল বেশ উপরে থেকে টেবিলের উপর ছেড়ে দেওয়া হবে। টেবিলের সঙ্গে মারবেলের আঘাতে শব্দ উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন—(ক) উপরে ধরে রাখবার সময়ে মারবেলের মধ্যে কোন্ ধরনের শক্তি বর্তমান ছিল ?

(খ) টেবিলে আঘাত করবার ফলে কি হ'ল ?

(গ) এখানে কোন্ শক্তি কোন্ শক্তিতে রূপান্তরিত হল ?

পরীক্ষা ৫। রাসায়নিক শক্তির তাপ শক্তিতে রূপান্তর

বিকারের জলে কিছু পাথুরে চুন মিশিয়ে দেওয়া হবে। চুনের সঙ্গে জলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হবে।

শিক্ষকের কাজ—শিক্ষক শিক্ষার্থীদের পরীক্ষাটি পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন, চুন মেশাবার আগে এবং পরে জলপূর্ণ বিকারের তাপমাত্রা অনুভব করতে বলবেন এবং পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে প্রশ্ন করবেন।

প্রশ্ন—(ক) বিকারের তাপমাত্রায় কি পরিবর্তন দেখা গেল ?

(খ) বিকারে তাপ উৎপন্ন হ'ল কোন্ শক্তির বিনিময়ে ?

পরীক্ষা ৬। রাসায়নিক শক্তির বৈদ্যুতিক শক্তিতে এবং বৈদ্যুতিক শক্তির আলোক-শক্তিতে রূপান্তর

একটি টর্চ লাইট জেলে শিক্ষার্থীদের দেখানো হবে।

প্রশ্ন—(ক) টর্চে কি পরিবর্তন দেখা গেল ?

(খ) এখানে আলোক-শক্তি কোন্ শক্তির বিনিময়ে উৎপন্ন হয়েছে ?

(গ) বৈদ্যুতিক শক্তি কোন্ শক্তির বিনিময়ে উৎপন্ন হয়েছে ?

বক্তৃত্তা—শক্তির অন্যান্য রূপান্তরগুলি বক্তৃত্তার সাহায্যে বুঝিয়ে দেওয়া হবে।

বক্তৃত্তার সুবিধার জন্য নিম্নরূপ চার্ট<sup>১</sup> (রোল-আপ বোর্ডে অঙ্কিত) ব্যবহার করা হবে।





(গ) ঊনবিংশ এবং বিংশ শতাব্দীতে বহুল-প্রচলিত যানবাহনগুলির নাম লিখে আনবে।

### পাঠটীকা নং—১১

বিদ্যালয়—	বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান
শ্রেণী—নবম	পাঠ একক—আলো
ছাত্র সংখ্যা—	পাঠক্রম—(১) আলোর প্রকৃতি,
গড় বয়স—	(২) আলোর ঋজুগতি গ্রহণ,
সময়—৪০ মিনিট	(৩) আলোর প্রতিফলন, (৪) প্রতি-
তারিখ—	ফলনের নিয়ম, (৫) আলোর প্রতিসরণ,
শিক্ষক—	* (৬) প্রতিসরণের নিয়ম, (৭).....
	অঙ্ককার পাঠ—* চিহ্নিত অংশ।

**উদ্দেশ্য**—শিক্ষার্থীরা আলোর প্রতিসরণের পরীক্ষায় অংশগ্রহণ করে প্রতিসরণের সূত্রগুলি আবিষ্কার করবে।

শিক্ষার্থীরা পরীক্ষণ ও অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জন করবে এবং বিজ্ঞান-পাঠে আগ্রহী হবে।

**উপকরণ**—ছোট কাঁচের ব্লক, হেয়ার পিন, কাগজ, ড্রয়িং বোর্ড, বোর্ড পিন, পেনসিল, রাবার, সেট স্কোয়ার, ডিভাইডার, দৈর্ঘ্য-পরিমাপক স্কেল ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**পূর্বজ্ঞান**—শিক্ষার্থীদের আলোর প্রতিসরণ এবং সাময়িক জ্যামিতি সম্পর্কে প্রাথমিক জ্ঞান ও ধারণা থাকবে বলে ধরে নেওয়া যেতে পারে।

**আয়োজন**—শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই করা হবে এবং নতুন পাঠে মনোযোগ আকর্ষণ করা হবে নিম্নাত্তরপ প্রশ্নের সাহায্যে :

(ক) দাহ্র লাঠিটা বিগু বাসতির জলে অংশিক ডুবিয়ে রেখেছিল। লাঠি ভেঙ্গে গেছে ভেবে দাহ্র বিস্ত্রকে মেরেছিলেন। দাহ্র ধারণা কি ঠিক ছিল?

(খ) কেন?

(গ) আলোর প্রতিসরণ কাকে বলে?

(ঘ) আপাতন কোণ বৃদ্ধি পেলে প্রতিসরণ কোণের কি পরিবর্তন হয়?

(ঙ) প্রতিসরণের নিয়মগুলি কি কি? [সমস্তা]

**পাঠঘোষণা**—“আলোর প্রতিসরণ একটি প্রাকৃতিক ঘটনা। সব প্রাকৃতিক ঘটনার কিছু-ন-কিছু নিয়ম থাকবেই। প্রতিসরণের ক্ষেত্রে নিয়মগুলি কি, আজ আমরা পরীক্ষার-মাধ্যমে জানবার চেষ্টা করব।”—এই বলে শিক্ষক পাঠঘোষণা করবেন এবং বোর্ড “প্রতিসরণের সূত্র” শীর্ষকটি লিখে দেবেন।

**উপস্থাপন :** বিষয় ১। প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্র নির্ণয়ে পরীক্ষার সুবিধার জন্য



শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	প্রশ্ন
শিক্ষক প্রয়োজনীয় অঙ্কন করে শিক্ষার্থীদের রশ্মি দুটির দৈর্ঘ্য পরিমাপ করতে বলবেন এবং দৈর্ঘ্য দুটি বোর্ডে লিখে শ্রেণীর সবাইকে অনুপাত নির্ণয় করতে বলবেন।	(৬) পিছন দিক থেকে কেমন মনে হচ্ছে ? (৭) আপতিত রশ্মি কোনটি ? (৮) নির্গত রশ্মি কোনটি ? (৯) প্রতিস্থত রশ্মি কোনটি ? (১০) প্রতিস্থত রশ্মির দৈর্ঘ্য কত ? (১১) আপতিত রশ্মির দৈর্ঘ্য কত ? (১২) উহাদের অনুপাতটির মান কত ? (১৩) দ্বিতীয় পরীক্ষায় অনুপাতটির মান কত ? (১৪) অনুপাত দুটির মান থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ?
পরীক্ষাটি পুনরাবৃত্তি করা হবে। ফলগুলি ছকের আকারে (নীচে দেখানো হয়েছে) রোল-আপ বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।	

পর্ষবেক্ষণ সংখ্যা	প্রতিস্থত রশ্মি দৈর্ঘ্য (OO') Cm.	আপতিত রশ্মি দৈর্ঘ্য (OE) Cm.	OO'/OE	সিদ্ধান্ত

বিষয়—প্রতিসরণের প্রথম সূত্রের নির্ণয়।

পদ্ধতি—আবিষ্কারের ভাবধারা। শিক্ষক পূর্বের পরীক্ষালব্ধ চিত্রটির প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ করে আবিষ্কারের ভাবধারায় নিম্নরূপ প্রশ্ন করবেন :

- (১) বোর্ডে-আটা কাগজের তলটি কি ধরনের তল ?
- (২) (প্রথম পরীক্ষায়) আপতিত রশ্মি কোন্ তলে আছে ?
- (৩) " প্রতিস্থত-রশ্মি " " " " ?
- (৪) " আপতন-বিন্দুতে অভিলম্ব কোন্ তলে আছে ?
- (৫) এর থেকে কি সিদ্ধান্ত করা যায় ?

[ দ্বিতীয় পরীক্ষার ভিত্তিতে অনুরূপ প্রশ্ন করা যেতে পারে। ]

বোর্ডের কাজ—সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।

আলোচনা—শিক্ষক ছাত্রদের বলবেন, আলোর-প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্রটি উপরের শ্রেণীতে উচ্চতর গণিতের সাহায্যে অগ্রভাবে প্রকাশ করা হয়; +২ শ্রেণীতে পদার্থবিজ্ঞান নিয়ে পড়লে সেটা জানা যাবে।

অভিযোজন—নতুন পাঠে অর্জিত শিক্ষার্থীদের ধারণা ও দক্ষতা যাচাই করবার জন্য পরীক্ষামূলক কাজ করতে দেওয়া হবে এবং কিছু প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে।

(১) পূর্বের পরীক্ষাটি একই উপাদান বিশিষ্ট একটি পৃথক ব্লকের সাহায্যে পুনরাবৃত্তি করবার জন্য শিক্ষার্থীদের নির্দেশ দেওয়া হবে এবং পরীক্ষার ভিত্তিতে নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলি জিজ্ঞাসা করা হবে।

ভোঃ বিঃ শিঃ দ্বিতীয় পর্ব—৮ (N. P.)

(ক) অনুপাতটির মান কত হ'ল? (খ) পূর্বের পরীক্ষালব্ধ মানের সঙ্গে এই মানের সম্পর্ক কি? (গ) একই উপাদানে গঠিত দুটি পৃথক ব্লকের সাহায্যে পরীক্ষাটি করলে কি দেখা যাবে?

(২) আলোর প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্রটি কি?

(৩) প্রতিসরণের একটি পরীক্ষায় আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মি মেঝের সমতলে আছে। স্বতরাং আপতন বিন্দুতে অভিলম্ব মেঝের—থাকবে। (শূণ্যস্থান পূরণ কর)

(৪) প্রতিসরণের কোন পরীক্ষা এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব যে, প্রতিফলিত রশ্মির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলেও আপতিত রশ্মির দৈর্ঘ্যের কোন পরিবর্তন হবে না। (সত্য/মিথ্যা)

বাড়ীর কাজ—বাড়ীর কাজ হিসাবে শিক্ষক প্রত্যেক ছাত্রকে পূর্বের গ্রায় কোন পরীক্ষায় লব্ধ ফলাফলের চিত্রের একটি সাইক্লোস্টাইলড কপি দেবেন এবং পরিমাপ ও গণনা করে পূর্বের ছক অনুযায়ী সিদ্ধান্ত লিখে আনতে বলবেন।

### পাঠটীকা নং—১২

#### শ্রেণী—দশম

#### আজকের পাঠ—তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাব ও উহার ব্যবহার

**উদ্দেশ্য :** তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাব সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা অর্জনে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।

**উপকরণ :** ১৮নং তামার তার, চুম্বক-শলাকা, বন্ধনীযুক্ত ব্যাটারী, টেপাচাবি, ছোট বাল্ব, বোল্ট, কাগজ-খুঁটা, ক্লীপ, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোনের ছবি ইত্যাদি ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান :** শিক্ষার্থীদের চুম্বক ও উহার ধর্ম এবং তড়িৎ-কোষ সম্পর্কিত ধারণা থাকবে; টেপাচাবি ও বাল্বের ব্যবহার সম্পর্কিত অভিজ্ঞতা থাকবে।

**আয়োজন :** শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করে পাঠাভিমুখী করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে :

(১) একটি সূচী-চুম্বকের উত্তর মেরুর কাছে দণ্ড চুম্বকের দক্ষিণমেরু আনলে কি দেখা যাবে? (২) সূচী-চুম্বকের দক্ষিণ মেরুর কাছে দণ্ড-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু আনলে কি দেখা যাবে? (৩) একটি সূচী-চুম্বকের দক্ষিণ মেরুর বিক্রেপ ঘটতে গেলে কি করতে হবে? (৪) একটি তামার তারের মধ্যে দিয়ে কিভাবে তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করা যাবে? (৫) দুটি অস্থায়ী-চুম্বকের নাম বল। (৬) কোন চুম্বক ব্যবহার না করে, কোনরূপ স্পর্শ না করে সূচী-চুম্বকের উত্তর মেরুর বিক্রেপ কিভাবে ঘটানো যাবে। [সমাপ্ত]

**পাঠঘোষণা :** “আমরা আজ তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাব সম্পর্কে পরীক্ষা ও আলোচনা করব। এর মাধ্যমেই আজকের সমস্ত প্রশ্ন সমাধান পাওয়া যাবে।”—এই বলে



পাঠঘোষণা করা হবে এবং “তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাব ও উহার ব্যবহার” শীর্ষক বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।

**উপস্থাপন :** বিষয়—১। পরিবাহী তারের মধ্যে তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে তারের চারিপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় (উরস্টেডের পরীক্ষা)।

**পদ্ধতি**—আবিষ্কারের ভাবধারা নিয়ে প্রতিপাদক পদ্ধতিতে পরীক্ষাটি করা হবে। বর্তনীর নকশা বোর্ডে একে দিয়ে ছাত্রদের একে নিতে বলা হবে।

**পরীক্ষা**—বহুদ্রবী স্ক্রুযুক্ত ব্যাটারী, বাল্ব, টেপাচাবি অন্তরিত তামার তার দিয়ে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী তৈরি করা হবে। বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে তারের নীচে রাখা চুম্বকশলাকা বিক্ষিপ্ত হবে।

পরীক্ষায় শিক্ষকের ভূমিকা	প্রশ্ন
<p>শিক্ষক শ্রেণীতে বর্তনীটি তৈরি করবেন এবং টেপা-চাবির সাহায্যে বর্তনী চালু ক’রে বাল্ব জালিয়ে শিক্ষার্থীদের দেখাবেন যে, বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ হচ্ছে। তারপর তিনি পরীক্ষাটি করবেন।</p> <p><b>ব্যাখ্যা :</b> প্রলোভনের শেষে তড়িৎ-প্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাব সম্পর্কে শিক্ষক বুঝিয়ে বলবেন এবং সিদ্ধান্তটি বোর্ডে লিখে দেবেন।</p>	<p>[ বর্তনীর প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ ক’রে ]</p> <p>(ক) চাবি টিপে ধরার পর কি দেখা গেল ?</p> <p>(খ) বাল্ব জ্বলল কেন ?</p> <p>[ শলাকা-চুম্বক দেখিয়ে ]</p> <p>(গ) শলাকা চুম্বকের উত্তর মেরুর বিক্ষেপণ কিভাবে করা যাবে ? (ঘ) চাবি টিপে ধরার ফলে চুম্বক-শলাকায় কি পরি-বর্তন লক্ষ্য করলে ? (ঙ) শলাকা-চুম্বকের বিক্ষেপণ কিসের সাহায্যে সম্ভব হল ?</p> <p>(চ) পরিবাহীর তড়িৎপ্রবাহ কোন জিনিসের মত এখানে ব্যবহার করল ?</p> <p>[ সিদ্ধান্ত ]</p>

বিষয়—২। চুম্বক-শলাকার বিক্ষেপের দিক-নির্ণয়ের নিয়ম।

**পদ্ধতি**—আবিষ্কারের ভাবধারা সহ প্রতিপাদক পদ্ধতি।

**পরীক্ষা**—পরিবাহী তারকে উত্তর-দক্ষিণ বরাবর ধরে তারের নীচে চুম্বক-শলাকা বসানো হবে। চাবি টিপলে চুম্বক-শলাকা বিক্ষিপ্ত হবে। তড়িৎ কোষের মেরু পরিবর্তন ক’রে তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে চুম্বক-শলাকার বিক্ষেপণ বিপরীত দিকে হবে।

শিক্ষকের ভূমিকা	প্রশ্ন
শিক্ষক দুই উপায়ে পরীক্ষাটি করবেন এবং চুম্বক-শলাকার উত্তর মেরুর প্রতি শিক্ষার্থীদের লক্ষ্য রাখতে বলবেন।	(ক) চুম্বক-শলাকা কোন্ দিক বরাবর রয়েছে ? (খ) পরিবাহী তার কোন্ দিক বরাবর রয়েছে ? (গ) চাবি টিপে তড়িৎপ্রবাহ কোন্ দিকে হবে ? (ঘ) চুম্বক-শলাকার উত্তর মেরু কোন্ দিকে বিক্ষিপ্ত হ'ল (বাঁয়ে অথবা ডাইনে) ? [তড়িৎ-কোষের মেরু পরিবর্তন ক'রে পুনরায় বিক্ষেপণ প্রসঙ্গে একই ধরনের প্রশ্ন করা হবে।] (ঙ) তড়িৎপ্রবাহের দিক এবং চুম্বক-শলাকার বিক্ষেপের দিকের মধ্যে সম্পর্ক কি ? [ সিদ্ধান্ত ]

বিষয়—৩। তড়িৎপ্রবাহের চুম্বকীয় প্রভাবের বাস্তব প্রয়োগ—তড়িৎ-চুম্বক।

পদ্ধতি—আবিষ্কার পদ্ধতির ভাবধারা (Heuristic spirit)। শিক্ষকের নির্দেশ একাধিক শিক্ষার্থী পরীক্ষার কাজটি করবে।

শিক্ষকের নির্দেশে শিক্ষার্থীদের কাজ	শিক্ষকের প্রশ্ন
একটি লোহার বন্টুর (Bolt) গায়ে শিক্ষকের নির্দেশে কোন শিক্ষার্থী ১৮নং তামার তার ৫০ পাক জড়াবে। অপর একজন এসে ব্যাটারী, টেপা-চাবি ইত্যাদির সাহায্যে বর্তনী গঠন করবে। অতঃপর একজন এসে ব্যাটারি টেপা-চাবি ইত্যাদির সাহায্যে বর্তনী গঠন করবে। অতঃপর একজন এসে বর্তনী চালু ক'রে তামার তারের কুণ্ডলীর গায়ে কিছু কাগজ আঁটা ক্লীপগুলি ধরে দেখবে ক্লীপগুলি আটকে থাকছে কারণ কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহের ফলে বন্টুটি চুম্বকে পরিণত হবে। অতঃপর শিক্ষক তড়িৎ-চুম্বকের বর্তনীর ছবি বোর্ডে আঁকবেন এবং শিক্ষার্থীরা সেটি এঁকে নেবে। শিক্ষক তড়িৎ চুম্বকের মেরু নির্ণয়ের পদ্ধতি বুঝিয়ে বলবেন।	[ ক্লীপ লাগাবার পর ] (ক) কি দেখা যাচ্ছে ? (খ) ক্লীপ আটকে থাকছে কেন ? (গ) বন্টুসহ তামার তার এখন কোন্ জিনিসে পরিণত হয়েছে ? (ঘ) এই চুম্বককে কি চুম্বক বলা হয় ? (ঙ) তড়িৎ-চুম্বকের মেরু কিভাবে নির্ণয় করবে।

**আলোচনা**—শিক্ষক আলোচনা প্রসঙ্গে বলবেন যে, ব্যাটারীর সংখ্যা বা তারের পাক সংখ্যা বাড়লে তড়িৎ-চুম্বকের শক্তি বৃদ্ধি পায়। তিনি শিক্ষার্থীদের সতর্ক করে দেবেন, পরীক্ষার সময় তড়িৎ-চুম্বক যেন ব্যাটারীকে স্পর্শ না করে।

**বিষয়**—৪। তড়িৎ-চুম্বকের বিভিন্ন ব্যবহার।

**পদ্ধতি**—বক্তৃতা। শিক্ষক চার্ট এবং চিত্রের সাহায্যে বক্তৃতা পদ্ধতিতে তড়িৎ-চুম্বকের বিভিন্ন ব্যবহার সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করবেন। যেমন—টেলিফোন রিসিভার, টেলিগ্রাফ যন্ত্র, বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, লাউড স্পীকার, বৈদ্যুতিক মোটর ইত্যাদিতে তড়িৎ-চুম্বক ব্যবহার করা হয়।

**জীবনীমূলক আলোচনা**—বৈজ্ঞানিক উন্নয়নের জীবনী গল্পের আকারে বলা হবে।

**অভিযোজন** :—শিক্ষার্থীদের নবলব্ধ জ্ঞান ও ধারণা যাচাই করবার জন্য নিম্নের জায় প্রশ্ন করা হবে :

(১) পরিবাহী তারের মধ্যে উত্তর থেকে দক্ষিণে তড়িৎপ্রবাহ হচ্ছে। পরিবাহীর নীচে শলাকা-চুম্বক রাখলে দক্ষিণ মেরুর কোন্ দিকে বিক্ষিপ্ত হবে? (২) ঐ পরিবাহীর উপরে চুম্বক-শলাকা ধরলে দক্ষিণ মেরু কোন্ দিকে বিক্ষিপ্ত হবে? (৩) তোমাকে একটি চুম্বক-শলাকা দেওয়া হ'ল। তুমি কিভাবে একটি তড়িৎ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু নির্ণয় করবে? (৪) এমন একটি চুম্বকের নাম বল যার শক্তি ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। (৫) এমন একটি যন্ত্রের নাম বল যেখানে তড়িৎ-চুম্বক ব্যবহার করা হয়। (৬) স্থায়ী চুম্বকের তুলনায় তড়িৎ-চুম্বক বেশী ব্যবহার করা হয় কেন?

**গৃহ-কাজ**—বাড়ীর কাজ হিসাবে শিক্ষার্থীদের কয়েকটি বই পড়তে বলা হবে এবং বইয়ের নাম পাতার নম্বর ও লেখকের নাম উল্লেখ করে দেওয়া হবে। শিক্ষার্থীদের নীচের বিষয়গুলি লিখে আনতে বলা হবে :

(ক) উন্নয়নের পরীক্ষার বিবরণ, (খ) ছবিসহ অ্যাম্পিয়রের সম্ভরণ নিয়ম এবং (গ) বৈদ্যুতিক ঘণ্টার ছবিসহ বিবরণ ও কার্যপ্রণালী।

### পাঠটীকা নং—১৩

**বিভাগ**—

**শ্রেণী**—দশম

**ছাত্রসংখ্যা**—

**গড় বয়স**—১৫ + বৎসর

**সময়**—৪৫ মিনিট

**তারিখ**—

**শিক্ষক**—

**বিষয়**—ভৌত বিজ্ঞান

**পাঠ একক**—শব্দ

**পাঠক্রম**—(১) শব্দের উৎস ও প্রকৃতি,

(২) শব্দ উৎপাদনকারী বিভিন্ন যন্ত্র,

\* (৩) জড় মাধ্যম ও শব্দ-বিস্তার,

(৪) শব্দের কম্পাঙ্ক, তীব্রতা ও বেগ,

(৫) শব্দের প্রতিফলন ও প্রতিবন্ধন,

(৬) সুরযুক্ত ও সুরবিহীন শব্দ,

(৭) শব্দের তরঙ্গ,

**অনুকার পাঠ**—\* চিহ্নিত অংশ

**উদ্দেশ্য :**

**প্রত্যক্ষ**—শিক্ষার্থীরা শব্দ-বিস্তারের কৌশল সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা লাভ করবে এবং বায়ু নিষ্কাশন পদ্ধতি সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন করবে।

**পরীক্ষা**—শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর বিকাশ ঘটবে এবং শিক্ষার্থীরা সাধারণ যন্ত্রপাতির সাহায্যে বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা-নিরীক্ষায় আগ্রহী হবে।

**উপকরণ**—শক্ত কাঁচের ফ্লাস্ক, রবার কর্ক, সূতা, ভেসেলিন, নুপুর (ঘুঙ্গুর), স্টিলের গ্লাস, জল, লোহার বল, তাপ দেবার যন্ত্রপাতি, চাট ও শ্রেণীর সাধারণ উপকরণাদি।

**শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান**—নতুন পাঠ অনুধাবন করবার জন্য শিক্ষার্থীদের যে পূর্বজ্ঞান থাকা উচিত, সেগুলি হ'ল—কম্পনশীল বস্তু সম্পর্কে জ্ঞান ও কম্পন সম্পর্কিত ধারণা, তাপঘটিত পরীক্ষা সম্পর্কে ধারণা। জ্যামিতির জ্ঞান, বায়ুমণ্ডলের স্তর সম্পর্কে জ্ঞান ও ব্যবহারিক জীবনের কিছু অভিজ্ঞতা ইত্যাদি।

**আয়োজন**—শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করে পাঠাভিমুখী করবার জন্য নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলি করা হবে :

- (১) সিমেন্টের মেঝেতে স্টিলের চামচ পড়লে কি হয় ?
- (২) স্কুলের একটা শিরিষিড শেষ হ'ল কি না তুমি কিভাবে জানতে পার ?
- (৩) ঘণ্টা বাজাকালীন ঘণ্টায় হাত দিলে কি মনে হবে ?
- (৪) পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে কি আছে ?
- (৫) সূর্যে প্রতিনিয়ত হাজার হাজার অ্যাটম বোমার মত বিস্ফোরণ ঘটছে,

কিন্তু আমরা শুনতে পাই না কেন ? [ সমস্যা ]

**পাঠঘোষণা**—“সূর্য ও পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের মাঝখানে কোন জড় মাধ্যম নেই বলেই সূর্য থেকে কোন বিস্ফোরণের শব্দ আমরা শুনতে পাই না। প্রকৃতপক্ষে শব্দ বিস্তারের জন্য কোন না কোন জড় মাধ্যম প্রয়োজন। এই সত্যটি আজ আমরা পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করব এবং শব্দ-বিস্তারের কৌশল সম্পর্কে আলোচনা করব।”—এই বলে শিক্ষক পাঠঘোষণা করবেন এবং “জড় মাধ্যম ও শব্দ-বিস্তার” শীর্ষকটি বোর্ডে লিখে দিবেন।

**॥ উপস্থাপন ॥****যন্ত্র পরিচিতি :**

**যন্ত্রের বর্ণনা**—যন্ত্রটি একটি রবারের ছিপযুক্ত গোল তল ছোট শক্ত কাঁচের ফ্লাস্ক। ছিপের নীচে হতা ও ছকের সাহায্যে ফ্লাস্কের ভিতর একাধিক নুপুরগুলি ঝোলানো আছে।

**শিক্ষকের কাজ**—ছাত্রদের সঙ্গে যন্ত্রটির পরিচয় করিয়ে দেবার পর শিক্ষক যন্ত্রের ছবিটি শিক্ষার্থীদের একে নিতে বলবেন এবং নীচের প্রশ্নগুলি জিজ্ঞাসা করবেন।

**প্রশ্ন**—নুপুরগুলি কিভাবে ঝোলানো আছে ?



(২) নর্তকীরা নুপুর ব্যবহার করে কেন ?

(৩) ছিপিটি কি দিয়ে তৈরি।

বিষয়—১। শব্দ বিস্তারের জন্ত জড় মাধ্যমের প্রয়োজন—মাধ্যমগুলি কঠিন, তরল বা বায়বীয় হতে পারে।

পদ্ধতি—আবিষ্কারের ভাবধারায় ডেমনস্ট্রেশন পদ্ধতিতে পরীক্ষাগুলি করে দেখানো হবে।

### পরীক্ষা ও শিক্ষকের কাজ

পরীক্ষা—১। বায়বীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তার।

পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে।

প্রথম অংশ : কর্ক ও নুপুরসহ ফ্লাস্কটিকে উল্লম্বভাবে কাঁকুনি দেওয়া হবে।

দ্বিতীয় অংশ : ফ্লাস্কের বায়ু নিষ্কাশনের জন্ত ফ্লাস্কটির ছিপি খুলে একটি তিন পায়া স্ট্যাণ্ডে তারজালির উপর ফ্লাস্কটিকে বসিয়ে একটি বন্ধনীর সাহায্যে আটকে রাখা হবে। ফ্লাস্কটির মধ্যে সামান্য জল ঢেলে নীচে থেকে স্পিরিট ল্যাম্পের সাহায্যে তাপ দেওয়া হবে। উৎপন্ন বাষ্পের সঙ্গে ফ্লাস্কের বায়ু বাইরে বেরিয়ে আসবে। কিছুক্ষণ তাপ দেবার পর জল প্রায় শুকিয়ে আসলে রবারের ছিপির গায়ে ভেসেলিন লাগিয়ে নুপুরসহ ছিপিটি পূর্বের মত ফ্লাস্কের মুখে লাগিয়ে অপেক্ষা করা হবে। বাষ্প ঠাণ্ডা হয়ে জলে পরিণত হলে ফ্লাস্কটি প্রায় বায়ু শূন্য হবে। এই অবস্থায় ফ্লাস্কটিকে পুনরায় কাঁকুনি দিয়ে দেখানো হবে যে, আগের তুলনায় শব্দ অনেক ক্ষীণ হয়েছে। ছিপিটি সামান্য আলগা করে ফ্লাস্কের মধ্যে পুনরায় বাতাস ঢুকতে দেওয়া হবে এবং শব্দ শোনানো হবে।

আলোচনা—নুপুরের শব্দ কেন একদম

### প্রশ্ন

[প্রথম অংশের জন্ত]

(১) ফ্লাস্কে কাঁকুনি দেবার ফলে কি উৎপন্ন হচ্ছে ? (২) শব্দ কিসের সাহায্যে উৎপন্ন হচ্ছে ? (৩) ফ্লাস্কের মধ্যে নুপুর ও স্তূতা ছাড়া আর কি কি আছে ? (৪) ফ্লাস্কের মধ্যে বায়ু না থাকলে কি হ'ত ? (৫) ফ্লাস্কটিকে কিভাবে বায়ুশূন্য করা যাবে ?

[দ্বিতীয় অংশের জন্ত]

(৬) ফ্লাস্কের মুখ থেকে কি বের হচ্ছে ? (৭) তাপ দেবার ফলে ফ্লাস্কের বায়ুর কি অবস্থা হচ্ছে ? (৮) ছিপিতে ভেসেলিন মাথাবার প্রয়োজনীয়তা কি ? (৯) পূর্বের তুলনায় ফ্লাস্কের বায়ুর কি পরির্তন হয়েছে ? (১০) কাঁকুনি দেবার ফলে কি উৎপন্ন হচ্ছে ? (১১) আগের শব্দ এবং এই শব্দের মধ্যে কি পার্থক্য বোঝা গেল ? (১২) শব্দ ক্ষীণ হ'ল কেন ? (১৩) ফ্লাস্কে পুনরায় বায়ু প্রবেশ করতে দেওয়ায় কি রকম শব্দ উৎপন্ন হচ্ছে ? (১৪) শব্দ বিস্তারের জন্ত কি প্রয়োজন ?

পরীক্ষা ও শিক্ষকের কাজ	প্রশ্ন
বন্ধ করা যায় না, তার কারণ শিক্ষক বুঝিয়ে বলবেন।	<p>(১) একটি কঠিন ও একটি তরল মাধ্যমের উদাহরণ দাও। (২) বলটি গ্লাসের নীচে গিয়ে কি সৃষ্টি করেছে? (৩) লোহার বল ও গ্লাসের আঘাতের শব্দ কোন্ কোন্ পথে কানে এল?</p> <p>(৪) কাঠের অপর প্রান্তে আঘাতের শব্দ কোন্ কোন্ পথে কানে এল?</p> <p>(৫) কাঠ, জল, বায়ু ইত্যাদিকে কি বলা হয়?</p> <p>(৬) শব্দ-বিস্তারের জন্য কোন্ ধরনের মাধ্যম প্রয়োজন হয়?</p>
<p>পরীক্ষা—২। কঠিন ও তরল মাধ্যমে শব্দের বিস্তার। একটি টিলের গ্লাসে জল নিয়ে জলের মধ্যে একটি লোহার বল ছেড়ে দিয়ে শিক্ষার্থীদের ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে এবং টেবিলের একপ্রান্তে আঘাত করে অপর প্রান্তে কান পেতে শুনতে বলা হবে।</p> <p>ব্যাখ্যা—পরীক্ষা ও প্রশ্নের পর শিক্ষক শব্দ-বিস্তারের জন্য জড় মাধ্যমের প্রয়োজনীয়তা ভালভাবে বুঝিয়ে দিয়ে সিদ্ধান্ত-গ্রহণে সাহায্য করবেন এবং সিদ্ধান্তটি শিক্ষার্থীদের লিখে নেবার জন্য বোর্ডে লিখে দেবেন।</p>	

বিষয়—২। শব্দ বিস্তারের কৌশল।

পদ্ধতি—বোর্ডে ছবি এঁকে, অগ্গাথায় রোল-আপ বোর্ডে আঁকা চার্ট ও ডায়াগ্রামের সাহায্য নিয়ে শিক্ষক বক্তৃতা পদ্ধতিতে জড় মাধ্যমে শব্দ-বিস্তারের কৌশলটি নিম্নবর্ণিত উপায়ে বুঝিয়ে দেবেন এবং তারপর প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন।

বিষয়াংশ	প্রশ্ন
<p>(ক) শব্দ তরঙ্গ। শব্দ কোন জড় মাধ্যমে তরঙ্গের আকারে বিস্তার লাভ করে; তার পরোক্ষ প্রমাণ হ'ল, অগ্গাথ তরঙ্গের মত শব্দ-তরঙ্গের প্রতিফলন ও প্রতিসরণ হয়, একটি শব্দ তরঙ্গ অগ্গাথ শব্দ তরঙ্গের উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে, শব্দ তরঙ্গ গতিপথে কোন বাধার পাশ কাটিয়ে যেতে পারে এবং নির্দিষ্ট শব্দে কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্দিষ্ট (শিক্ষক প্রসঙ্গতঃ তাপ, আলো ও তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গের উল্লেখ করবেন)।</p>	<p>(১) কোন তরঙ্গের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি?</p> <p>(২) শব্দ যে তরঙ্গধর্মী তা কি কি ভাবে বোঝা যায়?</p> <p>(৩) জড় মাধ্যমে শব্দ কি আকারে বিস্তার লাভ করে?</p>

বিষয়াংশ

প্রশ্ন

(খ) শব্দ ও কম্পন। শব্দ-স্রষ্টার জন্ত চাই কম্পনশীল উৎস, গ্রহণের জন্ত কম্পন-শীল গ্রাহক এবং শব্দ-বিস্তারের জন্ত উৎস থেকে গ্রাহকের মধ্যে চাই জড় মাধ্যম।

(গ) শব্দ বিস্তারী মাধ্যমের ঘনীভবন ও তনুভবন। (রেল গাড়ীতে এঞ্জিন লাগাবার বগিগুলির স্থানচ্যুতির উদাহরণ দেওয়া হবে এবং ছবি একে বোঝানো হবে।)

(৪) শব্দ-বিষয়ক কোন ঘটনার কোন কোন জিনিস একান্তভাবে প্রয়োজন? (৫) জীবদেহে কম্পনশীল গ্রাহক যন্ত্রটি কি? (৬) মানুষ কথা বলবার সময় কোন যন্ত্রের সাহায্যে শব্দ স্রষ্টি করে? (৭) মাধ্যমের ঘনীভবন কাকে বলে? (৮) তনুভবন কাকে বলে? (৯) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কোন দৈর্ঘ্যের সমান? (১০) তরঙ্গ কয় ধরনের? (১১) মাধ্যমের ঘনীভবন ও তনুভবনে কোন ধরনের তরঙ্গ স্রষ্টি হয়?

অভিযোজন—শিক্ষার্থীদের নবলব্ধ জ্ঞান যাচাই করবার জন্ত “জড় মাধ্যম ও শব্দ বিস্তার” সম্পর্কে নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

(১) একটি রেল লাইনের ধারে দাঁড়িয়ে তুমি কি কি উপায়ে বুঝতে পারবে দূর থেকে কোন ট্রেন আসছে কি না?

(২) একটি বাঁকা রাস্তায় দাঁড়িয়ে কিভাবে বুঝবে অগ্গদিক থেকে কোন গাড়ী আসছে কি না?

(৩) শব্দ না শোনবার জন্ত কানে আঁড়ুল দেওয়া হয় কেন?

(৪) বদ্ধ ঘরে দাঁড়িয়ে কিভাবে বুঝবে পাশের ঘরে পাখা ফ্যান চলছে কি না?

(৫) ঘনীভবনে মাধ্যমের ——— হয় এবং তনুভবনে মাধ্যমের ——— হয়।

[ শূন্যস্থান পূরণ কর। ]

(৬) তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হ'ল মাধ্যমের যে কোন দুই বিন্দুর দূরত্ব। [ ইয়া/না ]

(৭) যানবাহনের মত জড় মাধ্যম শব্দকে বহন করে নিয়ে যায়। [ ইয়া/না ]

গৃহকাজ—বাড়ীতে অনুশীলনের জন্ত শিক্ষার্থীদের নিম্নলিখিত কাজগুলি দেওয়া হবে।

(১) “শব্দ-বিস্তারের জন্ত মাধ্যমের প্রয়োজন” পরীক্ষাটি বায়ু-নিষ্কাশন পাম্প ও বৈদ্যুতিক ঘণ্টা ব্যবহার করে কিভাবে করা যেতে পারে, বাড়ী থেকে লিখে আনবে।

(২) গ্যাদীয় মাধ্যমে শব্দ-বিস্তারের কৌশল সম্পর্কে ছবিসহ একটি বর্ণনা লিখে আনবে।

বিঃ দ্রঃ—পাত্রের বায়ু-নিষ্কাশনের জন্ত বায়ু-নিষ্কাশন পাম্প ব্যবহার করাই অধিকতর যুক্তিযুক্ত, কিন্তু বায়ু-নিষ্কাশন পাম্পের মূল্য অত্যন্ত বেশী। অবশ্য বিকল্প হিসাবে সাইকেলের পাম্পও ব্যবহার করা যেতে পারে। সে ক্ষেত্রে পাম্পের ওয়াশার (ভাল্ব) উন্টিয়ে বসাতে হবে এবং পাম্প ও পাত্রের সংযোগস্থলে উন্টোভাবে ভাল্ব টিউব বসাতে হবে।

শ্রেণী—দশম

আজকের পাঠ—পরমাণুর গঠন

উদ্দেশ্য :

**প্রত্যক্ষ**—শিক্ষার্থীরা পরমাণুর গঠন সম্পর্কে জ্ঞান-ধারণা অর্জন করবে এবং বিভিন্ন পদার্থের সঙ্গে মৌলিক কণাগুলির সম্পর্ক উপলব্ধি করবে।

**পরোক্ষ**—শিক্ষার্থীদের চিন্তা ও যুক্তি-শক্তির বিকাশ ঘটবে এবং অতিক্ষুদ্র কণাজগৎ সম্পর্কে তাদের প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠবে।

**উপকরণ**—পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত কয়েকটি চার্ট ও শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান**—নূতন পাঠ অনুধাবনের জন্ত শিক্ষার্থীদের কয়েকটি বিষয়ে জ্ঞান ও ধারণা থাকা প্রয়োজন, যেমন—পদার্থের অবস্থা ও ধর্ম, স্থির তড়িৎ, সৌরজগৎ, দৈর্ঘ্য পরিমাপক একক, দশমিক ও ভগ্নাংশ এবং বৃত্ত ও উপবৃত্ত ইত্যাদি।

**আয়োজন**—নূতন পাঠের প্রতি মনোযোগ আকর্ষণের জন্ত শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান ও অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে নিম্নানুরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে :

- (১) লবণের একটি দানা টেবিলে রেখে হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করলে কি হবে ?
- (২) লবণের গুঁড়ো থেকে একটি মিহি কণা তুলে আবার ভাঙ্গলে কি দেখা যাবে ?
- (৩) এইভাবে ক্রমাগত ভাঙতে থাকলে শেষ পর্যন্ত লবণের যে কণা পাওয়া যাবে, তাকে কি বলবে ?

(৪) লবণের অল্প ভাঙ্গলে কি পাওয়া যাবে ?

(৫) সোডিয়ামের একটি পরমাণু ভাঙ্গলে কি পাওয়া যাবে ?

**পাঠঘোষণা**—“তোমরা আজ সহজেই বলতে পারলে পরমাণু ভাঙ্গলে কি পাওয়া যায়, কিন্তু আজ থেকে দু’শ বছর আগে মহাবৈজ্ঞানিক ভাণ্টন তা বলতে পারেননি। দু’হাজার বছর আগে গ্রীস বৈজ্ঞানিকরা মনে করতেন পরমাণুকে ভাঙা যায় না, তাই তাঁরা পরমাণুর নাম রেখেছিলেন “অ্যাটম” বা “অক্যাট্য”। তোমাদের যুগ অনেক এগিয়ে গেছে। তোমাদের যুগে পরমাণু ভেঙ্গে যুদ্ধ হচ্ছে, মানুষের সেবায় লাগানো হচ্ছে। পরমাণু ভাঙ্গলে যে জিনিসগুলি পাওয়া যায় তাদের বৈশিষ্ট্য নিয়ে আজ আলোচনা করব”—এই বলে পাঠঘোষণা করা হবে এবং বোর্ডে “পরমাণুর গঠন” শীর্ষকটি লিখে দেওয়া হবে।

॥ উপস্থাপন ॥

**পদ্ধতি**—আবিষ্কারের ভাবধারা অবলম্বনে বহুতা পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনা করা হবে এবং বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে চার্ট, ডায়াগ্রাম ইত্যাদি ব্যবহার করা হবে।



বিষয়—১। পরমাণুর স্থায়ী কণাগুলির বিবরণ। স্থায়ী কণাগুলি সংখ্যায় তিনটি—ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন।

শিক্ষক কণাগুলির বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করবেন এবং প্রশ্নোত্তরের ভিত্তিতে অগ্রসর হবেন।

বিষয়াংশ	প্রশ্ন
(ক) পরমাণুর উপাদান	● পরমাণুর সাধারণ উপাদানগুলি কি কি ?
(খ) ইলেকট্রন	● পরমাণুর ক্ষুদ্রতম কণাটি কি ? ● প্রোটনের তুলনায় ইলেকট্রনের ভর কত ? ● ইলেকট্রন কোন্ ধরনের তড়িৎযুক্ত ? ● একটি মৌলের ইলেকট্রনের সঙ্গে অপর একটি মৌলের ইলেকট্রনের কি পার্থক্য ? ● প্রকৃতিতে এমন কোন মৌল আছে যার পরমাণুতে ইলেকট্রন নেই ?
(গ) প্রোটন	● কোন স্বাভাবিক পরমাণুর (neutral atom) আধান কত ? ● স্বাভাবিক পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঋণাত্মক তড়িৎ প্রশমিত হয় কিসের সাহায্যে ? ● প্রোটন কোন্ ধরনের তড়িৎযুক্ত ? প্রোটনের ভর একগ্রামের কত ভাগ ?
(ঘ) নিউট্রন	● নিউট্রনের ভরের সঙ্গে অণু দুটি কণার ভরের কি সম্পর্ক ? ● একটি ইলেকট্রন ও একটি প্রোটনকে একত্রিত করলে মিলিত ভরের আধান কত হবে ? ● নিউট্রনের আধান কি ধরনের ?

সারাংশ—বোর্ডে সারাংশ লিখে দেওয়া হবে এবং সেই প্রসঙ্গে ইলেকট্রন প্রোটন ও নিউট্রন আবিষ্কারী বৈজ্ঞানিকদের নাম ও আবিষ্কারের সময় ঘোষণা করা হবে।

বিষয়—২। পরমাণুর গঠন। পরমাণুকে দুটি অংশে ভাগ করা যায়—নিউক্লিয়াস ও নিউক্লিয়াস বহির্ভূত মহল।

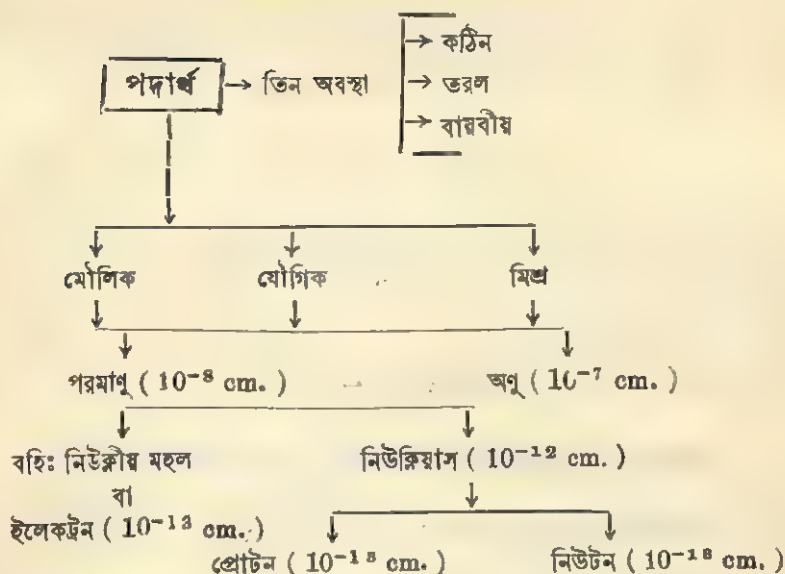
শিক্ষক একাধিক চার্ট ব্যবহার করবেন। তার একটিতে থাকবে সৌরজগতের চিত্র এবং অণুগুলিতে থাকবে হাইড্রোজেন, হিলিয়াম, সোডিয়াম প্রভৃতি পরমাণুর গঠন-বিষয়ক চিত্র। সৌরজগতের সঙ্গে সাদৃশ্য স্থাপন করে শিক্ষক পরমাণুর গঠন সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণা দেবেন। শিক্ষার্থীরা চার্ট দেখে পারমাণবিক গঠনের চিত্রগুলি একে নেবে।

বিষয়াংশ	প্রশ্ন
(ক) সৌরজগতের গঠন।	সৌরজগতের কেন্দ্রে কি আছে? সূর্যের ব্যাস কত? সৌর-জগতের গ্রহগুলি কিভাবে অবস্থান করে? সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব কত? সূর্যের ব্যাস প্রায় $14 \times 10^{10}$ cm.। কিন্তু শ্যামল ভূবশতঃ লিখল $\frac{1}{14 \times 10^{10}}$ cm.। শ্যামলের সূর্যটি দেখতে কেমন হবে? [সমস্যা]
(খ) পরমাণুর প্রধান অংশগুলি।	পরমাণুর প্রধান অংশ দুটি কি কি? [চিত্র এঁকে নেবার পর প্রশ্নটি করা হবে]
(গ) নিউক্লিয়াস।	পরমাণু কেন্দ্রে (নিউক্লিয়াস) কি কি কণা থাকে? প্রোটনের আধান কি রূপ? নিউট্রনের আধান কি রূপ? নিউক্লিয়াসের ভরের সাথে নিউট্রনের ও প্রোটনের ভরের কি সম্পর্ক? নিউক্লিয়াস, নিউট্রন ও প্রোটনের মধ্যে কার ব্যাস সর্বাপেক্ষা বেশী? প্রোটনগুলির আধান ধনাত্মক হলেও পরস্পর বিকর্ষণ না করে অনেকগুলি প্রোটন নিউক্লিয়াসে পাশাপাশি থাকে কেন?
(ঘ) বহিনিউক্লীয় মহল।	পরমাণুর বহিনিউক্লীয় অংশে কি থাকে? ইলেকট্রনগুলি পরমাণুর ভেতর কিভাবে অবস্থান করে? ইলেকট্রনের কক্ষপথটির আকৃতি কিরূপ? ইলেকট্রন ও নিউক্লিয়াসের মাঝখানে কি থাকে?
(ঙ) পরমাণুর সামগ্রিক গঠন।	স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যার সম্পর্ক কি? সাইজের দিক থেকে সৌরজগৎ ও পরমাণু-জগতের কি পার্থক্য। শ্যামলের সূর্যটি কার সঙ্গে তুলনীয়? বলের (Force) প্রকৃতির দিক থেকে দুই জগতের মধ্যে কি পার্থক্য? দুই জগতের মধ্যে সাদৃশ্য কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে দেখা যায়? মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা ও প্রোটনের সংখ্যার মধ্যে কি সম্পর্ক? মৌলের ভর সংখ্যা কিভাবে হিসাব করা হয়? $\text{Na}^{23}$ মৌলটিতে প্রোটনের সংখ্যা কত? নিউট্রনের সংখ্যা কত? মৌলের ভর সংখ্যা কত? মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা কত?

বিষয় ৩। বিভিন্ন পদার্থের সঙ্গে মৌলিক কণাগুলির সম্পর্ক।

শিক্ষার উদ্দেশ্য—শিক্ষার্থীর মধ্যে প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি করা।

শিক্ষকের কাজ—শিক্ষক নিম্নরূপ চার্টের সাহায্যে বুঝিয়ে দেবেন যে, মৌলিক কণাগুলি বিভিন্ন পদার্থের সাধারণ উপাদান। চার্টটি শিক্ষার্থীরা এঁকে নেবে।



**অভিযোজন**—শিক্ষার্থীদের নবলব্ধ জ্ঞান পরীক্ষা করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন করা হবে :

১। ত্রুটি থাকলে সংশোধন করে লেখ :

একটি নিস্তড়িৎ পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা ৫ হলে প্রোটনের সংখ্যা হবে ১০।

২। মোলের ভর সংখ্যা নির্ণয় করা হয় শুধু প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যোগ করে কারণ

(ক) ইলেকট্রনের ভর নেই

(খ) ইলেকট্রন হল শক্তি

(গ) ইলেকট্রন অধিকাংশ সময়ে পরমাণুতে থাকে না

(ঘ) ইলেকট্রনের ভর অল্প কণাগুলির তুলনায় নগণ্য [      ]

৩। শূন্যস্থান পূরণ কর :

(ক) সূত্র : গ্রহ = ——— : ইলেকট্রন

(A)

(খ) সৌর জগতে আছে শুধু আকর্ষণ কিন্তু পরমাণু জগতে আছে ——— ও ———।

(A)      (B)

(গ) সাধারণ হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন ও ——— আছে কিন্তু ——— নেই।

(A)      (B)

(ঘ) কোন নিস্তড়িৎ পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা ——— এর সংখ্যার সমান কিন্তু

(A)

অধিকাংশ সময় —— এর সমান নয় যেমন, সোডিয়াম পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা (B)

11 এবং সেজন্য ইলেকট্রনের সংখ্যা —— কিন্তু নিউট্রনের সংখ্যা —— ।

(C)

(D)

৪। লিথিয়ামের পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা 3 এবং নিউট্রনের সংখ্যা 7, মৌলের প্রতীক কি হবে ?

গৃহ-কাজ—গৃহে অল্পশীলনের জন্য নীচের কাজগুলি দেওয়া হবে ।

(১) হিলিয়াম পরমাণুর গঠনগত চিত্রটি আঁকবে এবং মৌলটির প্রতীক কি হবে লিখবে ।

(২) নীচের প্রশ্নগুলি লিখবে ।

(ক) ( নিউট্রনের ভর )—( প্রোটনের ভর )—— ভর ।

(A)

(খ) পরমাণুর ভর সংখ্যা = নিউট্রনের সংখ্যা + —— সংখ্যা ।

(A)

(৩) স্বাভাবিকভাবে পরমাণু নিস্তাভিৎ হয় কারণ পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান । ( সত্য/মিথ্যা )

৪। প্রোটন, ইলেকট্রন, নিউট্রন, ও নিউক্লিয়াসের মধ্যে কার আয়তন সর্বাপেক্ষা বেশী এবং কার সর্বাপেক্ষা কম ?

৫। সৌরজগৎ ও পরমাণু জগতের মধ্যে পার্থক্য কি কি ? ( ইত্যাদি )

### পাঠটীকা নং—১৫

[ এই পাঠটীকা একটি উদ্দেশ্যভিত্তিক পাঠটীকা । এখানেও হারবার্টের সোপানগুলি অনুসরণ করা হয়েছে । তবে পূর্বের পাঠটীকাগুলির সঙ্গে এই পাঠটীকার কিছু পার্থক্য আছে । এখানে শিক্ষার উদ্দেশ্য ও শিক্ষার্থীর উদ্দেশ্যমূলক আচরণগুলি উল্লেখ করা হয়েছে এবং উপস্থাপন, অভিজ্ঞতা ও গৃহ কাজের মধ্যে দিয়ে ক্রমান্বয়ে উদ্দেশ্য অনুযায়ী, শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন ঘটেছে, দেখানো হয়েছে । অন্যান্য পাঠটীকার শিক্ষার উদ্দেশ্য উল্লেখ করা হলেও বিভিন্ন কাজের মধ্যে ক্রমান্বয়ে শিক্ষার্থীর আচরণগত পরিবর্তন ঘটেছে, দেখানো হয়নি ।

অধিক আলোচনার জন্য পূর্বে দেখুন । ]

বিভাগ—

শ্রেণী—অষ্টম

ছাত্রসংখ্যা—

গড় বয়স—১৩+

সময়—৪০ মি:

তারিখ—

শিক্ষক—

বিষয়—ভৌত বিজ্ঞান

পাঠ একক—চুম্বক

পাঠক্রম—(১) চুম্বকের শ্রেণী বিভাগ

\* (২) চুম্বকের ধর্ম ও ব্যবহারিক প্রয়োগ

(৩) .....

আজকার পাঠ—\* চিহ্নিত অংশ



**উদ্দেশ্য—সাধারণ (পরীক্ষা) উদ্দেশ্য :** শিক্ষার্থীরা।

(ক) বৈজ্ঞানিক পরিভাষার সঙ্গে পরিচিত হবে এবং দৈনন্দিন ঘটনাগুলির বৈজ্ঞানিক কারণ জানবে।

(খ) কার্যকারণ সম্বন্ধ উপলব্ধি করবে,

(গ) বৈজ্ঞানিক জ্ঞান ধারণাকে বাস্তবে প্রয়োগ করতে শিখবে,

(ঘ) পরীক্ষণমূলক দক্ষতা অর্জন করবে,

(ঙ) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জন করবে ইত্যাদি।

**বিশেষ (প্রত্যক্ষ) উদ্দেশ্য :** শিক্ষার্থীরা চুষকের বিভিন্ন ধর্ম সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা অর্জন করবে, চুষক সম্পর্কিত পরীক্ষায় দক্ষতা অর্জন করবে ইত্যাদি।

**শিক্ষা উপকরণ—**লোহাচূর, দণ্ড-চুষক, শলাকা-চুষক, বিভিন্ন চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থ (এর মধ্যে সাধারণ ও অচল সিকি আধুলিও থাকবে), হুতা, স্ট্যাণ্ড এবং শ্রেণী-কক্ষের সাধারণ উপকরণাদি।

**শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান—**চুষকের শ্রেণীবিভাগ ও চুষকের দৈনন্দিন ব্যবহার সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান ও ধারণা থাকবে।

**আয়োজন—**নিম্নাহরূপ প্রশ্নের সাহায্যে শিক্ষার্থীদের পূর্বজ্ঞান যাচাই করা হবে এবং নতুন পাঠে আগ্রহ সৃষ্টি করা হবে। [ উদ্দেশ্য—জ্ঞান। আচরণ—শিক্ষার্থী স্মরণ করবে। ]

(ক) কারো চোখে লোহার গুঁড়ো ঢুকলে সহজেই কিভাবে বের করা যাবে ?

(খ) উৎস অল্পসারে চুষককে কয় ভাগে ভাগ করা যায় ?

(গ) আকৃতি অল্পসারে কয় ভাগে ভাগ করা যায় ?

(ঘ) নাবিকেরা সাধারণতঃ কিভাবে দিক নির্ণয় করে ? [ সমস্তা ]

**পাঠঘোষণা—**“নাবিকেরা দিক নির্ণয়ের জন্য সাধারণতঃ চুষক ব্যবহার করে, কারণ চুষকের দিক নির্দেশক ধর্ম আছে। এ ছাড়াও চুষকের আরও কয়েকটি ধর্ম আছে। আজ আমরা চুষকের ধর্মগুলি পরীক্ষার সাহায্যে জানবার চেষ্টা করব।”—এই বলে শিক্ষক পাঠঘোষণা করবেন এবং বোর্ডে “চুষকের ধর্ম ও ব্যবহার” শীর্ষকটি লিখে দেবেন।

## ॥ উপস্থাপন ॥

**পদ্ধতি—**আবিষ্কারের ভাবধারায় চুষকের ধর্ম সম্পর্কিত পরীক্ষাগুলি দেখানো হবে। প্রত্যেকটি পরীক্ষার শেষে আবিষ্কৃত ধর্মটি বোর্ডে লিখে দিয়ে ছাত্রদের লিখে নিতে বলা হবে।

**বিষয়—**১। চুষকের বিভিন্ন ধর্ম—আকর্ষণী ধর্ম, দুই প্রান্তে সর্বাধিক আকর্ষণ ক্ষমতা, দিক-নির্দেশক ধর্ম, আকর্ষণ ও বিকর্ষণ ইত্যাদি।

২। ১ম ধর্ম—চুষকের আকর্ষণী ধর্ম ॥

**পরীক্ষা—**তামা, ইস্পাত, লোহা, নিকেল, কাঁচ, কাঠ, দস্তা প্রভৃতি পদার্থগুলিকে একটি শক্তিশালী চুষকের সাহায্যে দু'ভাগে ভাগ করা হবে—যেগুলিকে চুষক আকর্ষণ করে, যেগুলিকে চুষক আকর্ষণ করে না।

আচরণ	উদ্দেশ্যমূলক কাজ (শিক্ষক/শিক্ষার্থীর)	প্রশ্ন
(জ্ঞান) — শিক্ষার্থী চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থ সনাক্ত-করণের উপায় জানবে।	শিক্ষকের নির্দেশে ও সহযোগিতায় শিক্ষার্থী শক্তিশালী চুম্বকের সাহায্যে পদার্থগুলি দুটি ভাগে ভাগ করবে এবং দুই শ্রেণীর পদার্থের ধর্ম সম্পর্কে সিদ্ধান্তে উপনীত হবে।	(ক) প্রথম ভাগে কি কি পদার্থ আছে? (খ) দ্বিতীয় ভাগে কি কি আছে? (গ) ঐ শ্রেণী দুটির পদার্থগুলির বৈশিষ্ট্য কি?
(দক্ষতা) শিক্ষার্থী সঠিকভাবে পরীক্ষা করবে, বৈশিষ্ট্য অল্পসারে শ্রেণী-বিভাগ করবে, সিদ্ধান্তে উপনীত হবে ইত্যাদি।		

২য় ধর্ম — চুম্বকের দুই প্রান্তে আকর্ষণ ক্ষমতা সবচেয়ে বেশী। চুম্বকের মেরু দু'টি। মেরু দু'টি চুম্বকের দুই প্রান্তে অবস্থান করে।

পরীক্ষা — কাগজের উপর ছড়ানো লৌহ চূর্ণের মধ্যে একটি চুম্বক ডুবিয়ে উঠিয়ে আনলে দেখা যাবে অধিকাংশ লৌহচূর্ণ চুম্বকের দুই প্রান্তে লেগে আছে।

আচরণ	উদ্দেশ্যমূলক কাজ (শিক্ষক/শিক্ষার্থীর)	প্রশ্ন
(দক্ষতা) — শিক্ষার্থী পর্যবেক্ষণ করবে এবং পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবে।	শিক্ষকের সহযোগিতায় শিক্ষার্থী কাগজে ছড়ানো লৌহচূর্ণের মধ্যে চুম্বক ডোবাবে। পরীক্ষাটি পুনরায় করা হবে। বিভিন্ন পরীক্ষার ভিত্তিতে শিক্ষার্থীরা নির্ধারণ করবে চুম্বকের কোন্ কোন্ অংশে সবচেয়ে বেশী লৌহচূর্ণ আটকে আছে।	(ক) চুম্বকের গায়ে কি লেগে আছে? (খ) কেন? (গ) চুম্বকের কোন্ কোন্ অংশে সবচেয়ে বেশী লৌহচূর্ণ আটকে আছে? (ঘ) এই স্থান দুটিকে কি বলা হয়?
(ধারণা) — শিক্ষার্থীরা সংজ্ঞা নির্ধারণ করবে।	সংজ্ঞা — মেরুর সংজ্ঞায় উপনীত হতে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন।	(ঙ) চুম্বকের মেরু কয়টি?

৩য় ধর্ম : চুম্বকের দিক নির্দেশক ধর্ম আছে। মূলত অবস্থায় চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরুর দিকে মুখ করে থাকে।

আচরণ	উদ্দেশ্যমূলক কাজ ( শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর )	প্রশ্ন
ধারণা : শিক্ষার্থী পর্যবেক্ষণ করবে, তুলনা করবে এবং সিদ্ধান্তে উপনীত হবে।	শিক্ষক ভৌগোলিক মেরু সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান যাচাই করবেন, শলাকা-চুম্বকের মেরুদ্বয়ের কি নাম দেওয়া যায়, সে সম্পর্কে সমস্তা উপস্থাপন করবেন। তার পর শিক্ষক দু'টি কাগজের টুকরোয় A ও B লিখে যথাক্রমে শলাকা-চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ মেরুতে আঠা দিয়ে আটকে দেবেন। শিক্ষার্থীরা স্থির অবস্থায় চুম্বকের অবস্থান বারংবার পর্যবেক্ষণ করবে এবং ভৌগোলিক মেরুর নাম অনুসারে চুম্বকের মেরুদ্বয়ের নামকরণ করতে চাইবে।	(ক) শ্রেণীকক্ষের উত্তর দিক কোন্টি ? (খ) দক্ষিণ দিক কোন্টি ? (গ) চুম্বকের দুই প্রান্তে কি লেখা আছে ? (ঘ) স্থির অবস্থায় স্থিতি চুম্বকের A প্রান্ত বারংবার কোন দিকে মুখ ক'রে থাকে ? (ঙ) B প্রান্ত কোন দিকে মুখ ক'রে থাকে ? (চ) A প্রান্তীয় মেরুর কি নাম দেওয়া যায় ? ইত্যাদি। (ছ) একটি চুম্বক-শলাকা স্থির অবস্থায় কোন দিক বরাবর অবস্থান করবে ?

৪র্থ ধর্ম : দুটি চুম্বকের সমমেরু পরস্পরকে বিকর্ষণ ও বিষম মেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

পরীক্ষা : একটি দণ্ড-চুম্বকে পাকহীন সূতা দিয়ে ঝোলানো হবে। অপর একটি দণ্ড-চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ মেরুকে পর্যায়ক্রমে ঝুলন্ত চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর কাছে নিয়ে যাওয়া হবে। দেখা যাবে কয়েকটি ক্ষেত্রে আকর্ষণ এবং কয়েকটি ক্ষেত্রে বিকর্ষণ হবে।

পরীক্ষার ফল লিপিবদ্ধ করবার জন্য শিক্ষার্থীরা নিম্নের ছকটি ব্যবহার করবে।

ঝুলন্ত চুম্বক	উঃ মেরু	দঃ মেরু
চাত্তের চুম্বক	—	আকর্ষণ
উঃ মেরু	—	—
দঃ মেরু	—	—

আচরণ	উদ্দেশ্যমূলক কাজ (শিক্ষক/শিক্ষার্থীর)	প্রশ্ন
দক্ষতা—শিক্ষার্থী পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণ করবে, সাদৃশ্য ও বৈশাদৃশ্য নির্ণয় করবে, কল লিপি-বক করবে, সিদ্ধান্তে উপনীত হবে।	শিক্ষকের নির্দেশে কিছু শিক্ষার্থী পরীক্ষাটি করবে। এবং অন্য সকলে পর্যবেক্ষণ করবে। তারা কি পর্যবেক্ষণ করেছে জানতে চাওয়া হবে এবং তাদের সিদ্ধান্ত জেনে নেওয়া হবে।	(ক) উত্তর মেরুর কাছে উত্তর মেরু নিয়ে যাওয়ায় কি দেখা গেল ? (খ) দক্ষিণ মেরুর কাছে দক্ষিণ মেরু নিয়ে যাওয়ায় কি দেখা গেল ? ইত্যাদি

বিষয় ২—চুম্বকের ধর্মগুলির ব্যবহারিক প্রয়োগ। চুম্বককে বিভিন্ন প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়, যেমন—দিগদর্শন যন্ত্রে (নৌ-কম্পাস), বিদ্যুৎ-প্রবাহ সনাক্তকরণে, মিশ্রণ থেকে চৌম্বক পদার্থ পৃথককরণে ইত্যাদি।

পদ্ধতি—বক্তৃতা। শিক্ষক চার্ট ও ডায়াগ্রাম সহযোগে চুম্বকের ব্যবহারগুলি উল্লেখ করবেন।

উদ্দেশ্যমূলক আচরণ—(জ্ঞান) শিক্ষার্থী জ্ঞান অর্জন করবে।

প্রশ্ন—শিক্ষক বক্তৃতার পর প্রশ্ন করবেন—

(ক) কোন্ কোন্ কাজে চুম্বক ব্যবহার করা হয় ?

(খ) কেন ?

অভিযোজন—উদ্দেশ্যমূলক কাজের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের আচরণগত পরিবর্তন কতটুকু হয়েছে জেনে নেওয়া হবে নিম্নানুরূপ প্রশ্নগুলির সাহায্যে।

(১) মনে কর, তোমাকে তিনটি পদার্থ দেওয়া হয়েছে। তার মধ্যে একটি অচৌম্বক পদার্থ, দ্বিতীয়টি চৌম্বক পদার্থ এবং তৃতীয়টি চুম্বক। একটি প্রদত্ত চুম্বকের সাহায্যে তুমি তাদের কিভাবে সনাক্ত করবে ?

[উদ্দেশ্য—প্রয়োগ-ক্ষমতা]

(২) তুমি অজানা জায়গায় রাত্রিবেলায় দিক্ হারিয়েছ। তুমি কোন্ জিনিস গেলে স্বাধীনভাবে দিক্ নির্ণয় করতে পারবে ?

[উদ্দেশ্য—প্রয়োগ-ক্ষমতা]

(৩) তোমাকে একটি চুম্বক দেওয়া হয়েছে, কিন্তু তাতে মেরুর উল্লেখ নেই। তুমি মেরু দুটি কিভাবে চিনতে পারবে ?

[উদ্দেশ্য—ধারণা]

(৪) বিছানার হুচ হারিয়ে গেছে। তুমি তোমার মাকে হুচ খুঁজতে কিভাবে সাহায্য করবে ?

[উদ্দেশ্য—প্রয়োগ-ক্ষমতা]



(৫) শূন্যস্থান পূরণ কর :

চুম্বকের উত্তর মেরুর কাছে দক্ষিণ মেরু আনলে—এবং দক্ষিণ মেরুর কাছে—

(ক) - (খ)

যেরু আনলে আকর্ষণ হয়।

[ উদ্দেশ্য—জ্ঞান ]

গৃহ-কাজ—জ্ঞান, প্রয়োগ ক্ষমতা, অঙ্কন-দক্ষতা প্রভৃতি আচরণগত উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের নিম্নরূপ বাড়ীর কাজ দেওয়া হবে।

(১) চুম্বক-শলাকার পরিবর্তে ঘড়ির সাহায্যেও দিক নির্ণয় করা যায়। কিন্তু কি ভাবে ?

( সংকেত বেলা বারোটায় কোন স্থানে সূর্য ঠিক দক্ষিণে থাকে। বিশদ বিবরণের জন্য নীচের বইটি পড়তে পার। “Science Puzzler”—by Martin Gardner. Topic “Watch becomes Compass”. Page—15 ).

[ উদ্দেশ্য—প্রয়োগ-ক্ষমতা ও অঙ্কন-দক্ষতা ]

(২) চুম্বকের ধর্মগুলি লিখে আনবে।

[ উদ্দেশ্য—জ্ঞান ]

## জীবনী-বিষয়ক পাঠটীকা

আমাদের মাধ্যমিক বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রমে কোথাও কোথাও কোন বিশেষ পরীক্ষা বা তাত্ত্বিক পাঠের শেষে সংশ্লিষ্ট বৈজ্ঞানিকের জীবনী পাঠের সুযোগ আছে। আবার সপ্তম শ্রেণীতে ভৌত বিজ্ঞানের প্রথম অধ্যায়ে কয়েকজন বিশিষ্ট ভারতীয় বৈজ্ঞানিকের জীবনী-বিষয়ক পাঠ অন্তর্ভুক্ত আছে। প্রথম ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিকের জীবনী সম্পর্কে গল্পের আকারে সংক্ষিপ্ত আলোচনা যথেষ্ট, কিন্তু শেষ ক্ষেত্রে অর্থাৎ সপ্তম শ্রেণীতে বৈজ্ঞানিকের জীবনী সম্পর্কে একটু বিশদভাবে আলোচনা প্রয়োজন। অবশ্য উভয় ক্ষেত্রেই জীবনী-বিষয়ক পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি এবং বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিকের প্রতি প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি করা উচিত।

জীবনীমূলক পাঠ বিশদ আকারে দিতে হলে বৈজ্ঞানিকের জীবনকে নিম্নলিখিত উপায়ে মোটামুটি কয়েকটি অংশে ভাগ করে পাঠ দেওয়া উচিত।

- \* বৈজ্ঞানিকের বিশেষ-বিশেষ আবিষ্কার ( সাল, তারিখসহ )
- \* আবিষ্কারের গুরুত্ব ও জনজীবনে উহার প্রয়োজনীয়তা
- \* বিশ্ব বিজ্ঞানে বৈজ্ঞানিকের স্থান
- \* বৈজ্ঞানিকের ব্যক্তিগত জীবন—মানবতা, কষ্টসহিষ্ণুতা, অধ্যবসায়, কর্মনিষ্ঠা ইত্যাদি।

\* পুরস্কার ও শিক্ষাগত জীবন—পুরস্কারের নাম, পুরস্কারের আর্থিক ও সামাজিক গুরুত্ব, ডিগ্রী, ডিগ্রীর গুরুত্ব ইত্যাদি।

\* বৈজ্ঞানিকের নাগরিকতা, জন্ম ও মৃত্যু

উপস্থাপনের সময় বৈজ্ঞানিকের ছবি, আবিষ্কৃত জিনিসের মডেল বা ছবি ইত্যাদি দেখালে ভাল হয়। আরও ভাল হয় যদি বৈজ্ঞানিকের জীবন নিয়ে কোন চলচ্চিত্র দেখান যায় এবং চলচ্চিত্র প্রদর্শনীর শেষে শ্রেণীতে আলোচনা করা যায়। এই ধরনের পাঠটীকা হার্বার্টীয় নীতি অনুযায়ী বা হার্বার্টীয় নীতি বাহতৃত উপায়ে রচনা করা যায়।

### পাঠটীকা

শ্রেণী—সপ্তম

আজকের পাঠ—আচার্য জগদীশচন্দ্র বসুর জীবনী

#### উদ্দেশ্য :

প্রত্যক্ষ—আচার্য বসুর ব্যক্তিগত ও কর্মজীবনের সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটানো।

পরোক্ষ—জীবনী-বিষয়ক-পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি এবং বিজ্ঞান ও বৈজ্ঞানিকের প্রতি প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি করা।

শিক্ষা-উপকরণ—আচার্য বসুর একটি প্রতিকৃতি, তাঁর আবিষ্কৃত ক্রেসকোগ্রাফের একটি ছবি, শ্রেণীকক্ষের সাধারণ উপকরণ ইত্যাদি।

শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য পূর্বজ্ঞান—বিজ্ঞানের স্বরূপ, মানব সভ্যতায় বিজ্ঞানের দান, বৈজ্ঞানিক তথ্য সংগ্রহের ভিত্তি ইত্যাদি।

আয়োজন—অনুকার পাঠে ছাত্রদের আগ্রহী করবার জন্য মার্কিনীর জীবনী আলোচনা করা হবে। আলোচনার সময় ছাত্রদের প্রশ্ন করা হবে “আমরা কেন মার্কিনীর নাম স্মরণ করি?” উক্ত প্রশ্নের পর শিক্ষক নিম্নরূপ প্রশ্ন করবেন।

\* বিজ্ঞানী কাদের বলা হয় ?

\* কয়েকজন ভারতীয় বৈজ্ঞানিকের নাম বল।

\* কোন বিজ্ঞানী প্রথম প্রমাণ করেছিলেন উদ্ভিদও প্রাণীর মত উত্তেজনায় সাড়া দেয় ?

পাঠ ঘোষণা—আজ আমরা বিজ্ঞানী “আচার্য জগদীশচন্দ্র বসুর জীবনী ও গবেষণা” সম্বন্ধে জানতে চেষ্টা করব—এই বলে শিক্ষক পাঠ ঘোষণা করবেন এবং শীর্ষকটি বোর্ডে লিখে দেবেন।

উপস্থাপন—মূলতঃ বহুত্ব পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনা করা হবে। জগদীশ বসুর প্রতিকৃতি ও ক্রেসকোগ্রাফের ছবির প্রতি প্রাসঙ্গিক উপায়ে শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করা হবে।

## বিষয়

১। বৈজ্ঞানিকের বিজ্ঞানে অবদান—  
১৮৮৫ সালে জে. সি. বহু প্রেসিডেন্সী  
কলেজে পদার্থবিদ্যার অধ্যাপক নিযুক্ত হন।  
অধ্যাপনার সাথে সাথে তিনি বেতার  
তরঙ্গের মাধ্যমে সংবাদ প্রেরণ করে তাকে  
ধরবার যন্ত্র আবিষ্কার করেন। পদার্থ বিদ্যার  
লোক হলেও তিনি সর্বপ্রথম প্রমাণ করে-  
ছিলেন উদ্ভিদও প্রাণীর মত উত্তেজনায়  
সাড়া দেয়।

২। জাতির প্রতি বৈজ্ঞানিকের  
অমুরাগ ও মানবতাবাদী—বৈজ্ঞানিক জে.  
সি. বহু ছিলেন একজন মানবদরদী,  
নিঃস্বার্থপর ব্যক্তি। জীবনের সমস্ত কিছু  
জাতির জন্য উৎসর্গ করে ১৯১৭ সালে  
কলিকাতায় “বহু বিজ্ঞান মন্দির” স্থাপন  
করেন, যাতে ভারতীয় তরুণ প্রতিভাবান  
বিজ্ঞানীরা গবেষণা করে ভারতকে সমৃদ্ধির  
পথে এগিয়ে নিয়ে যেতে পারে।

৩। বৈজ্ঞানিকের কষ্টসহিষ্ণুতা,  
অধ্যবসায় ইত্যাদি—জে. সি. বহুর বেতার  
তরঙ্গের মাধ্যমে সংবাদ প্রেরক ও গ্রাহক  
যন্ত্র আবিষ্কারের আগে এই গৌরব লাভ  
করেন ইতালীয় বিজ্ঞানী মার্কনি। বহুর  
নাম আবিষ্কারের তালিকাতে নথিভুক্ত না  
হলেও তিনি ধৈর্যচ্যুত হননি। পরাধীন  
দেশের বিজ্ঞানী হিসাবে তাঁর আবিষ্কারের  
প্রতি ইউরোপীয় বৈজ্ঞানিকদের বিশ্বাস  
উৎপাদনে তাঁকে যথেষ্ট ধৈর্য ও অধ্যবসায়ের  
পরিচয় দিতে হয়েছে। তাঁর যোগ্যতা  
অমুখ্যায় অধ্যাপনায় তাঁকে যোগ্য মর্যাদা  
ব্রিটিশ সরকার কখনই দেননি। কিন্তু কোন  
অবস্থাতেই ধৈর্যহারী না হয়ে বীরত্বের  
সাথে তিনি সমস্তার মোকাবিলা করেছেন।

## পদ্ধতি (প্রশ্ন ও শিক্ষকের কাজ)

[ শিক্ষক বৈজ্ঞানিকের প্রতিভূতির  
প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করে  
আলোচনা শুরু করবেন। আলোচনার  
শেষে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন। ]

\* তিনি কোন সালে অধ্যাপক হন ?

\* তাঁর গবেষণার বিষয়বস্তু কি ছিল ?

\* পদার্থবিদ্যা ছাড়া তিনি আর  
কোন বিজ্ঞানের উপর কাজ করেছিলেন ?

\* উদ্ভিদ উত্তেজনায় সাড়া দেয়—কে  
প্রথম প্রমাণ করেছিলেন ?

\* এই বিষয়ে তাঁর আবিষ্কৃত যন্ত্রটির  
নাম কি ?

[ শিক্ষক যন্ত্রটির নাম বলে দিয়ে  
সংশ্লিষ্ট ছবির প্রতি শিক্ষার্থীদের দৃষ্টি আকর্ষণ  
করবেন। ]

[ শিক্ষক শিক্ষার্থীদের দেশপ্রেম ও  
মানবতাবোধে উদ্বুদ্ধ হতে বলবেন এবং  
প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন। ]

\* কোন বিজ্ঞানী “বহু বিজ্ঞান মন্দির”  
স্থাপন করেছিলেন ?

\* কোন সালে এবং কোথায় বিজ্ঞান  
মন্দিরটি স্থাপিত হয় ?

\* তিনি কি উদ্দেশ্যে বিজ্ঞান মন্দির  
স্থাপনা করেছিলেন ?

\* তিনি কতদূর সাক্ষ্য লাভ করে  
ছিলেন ?

## বিষয়

৪। কমকপ্রদ ঘটনা, প্রাপ্ত উপাধি, পুরস্কার, ডিগ্রী ইত্যাদি—ডাক্তারী পড়বার জন্ত তিনি বিলাত যাত্রা করেন কিন্তু স্বাস্থ্যের জন্ত এই পড়া তিনি শেষ পর্যন্ত সমাপ্ত করতে পারেননি। পরে তিনি কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ে ভর্তি হ'ন ও ১৮৮৪ সালে বি. এস. সি. পাশ করেন। ১৮৯৬ সালে তিনি লন্ডনের ডি. এম.-সি. উপাধি লাভ করেন। তিনি ১৯০৩ সালে সি. আই. ই., ১৯১৭ সালে নাইট উপাধি, ১৯২০ সালে রয়্যাল সোসাইটির ফেলো নির্বাচিত হন। তিনি একজন ভাল সাহিত্যিকও ছিলেন।

৫। বিশ্ব বিজ্ঞানে জগদীশ বহুর স্থান—পর্যায় ভারতে বিজ্ঞান-চর্চায় কোন ঐতিহ্য ছিল না। জগদীশ বহু সেই ঐতিহ্যের স্রষ্টা। তাঁর আবিষ্কৃত রেডিও আধুনিক যোগাযোগ বিজ্ঞানের (Communication Science) ভিত্তিভূমি এবং তাঁর আবিষ্কৃত ক্রেসকোগ্রাফ উদ্ভিদ বিজ্ঞানে এক নবদিগন্ত সৃষ্টি করেছে। উদ্ভিদ বিজ্ঞান ও পদার্থ বিজ্ঞানের তিনি সেতুস্বরূপ।

৬। নাগরিকতা, জন্ম ও মৃত্যু—তিনি ১৮৫৯ সালে ৩০শে নভেম্বর ঢাকা জেলার রাঢ়িখাল গ্রামে এক সাধারণ পরিবারে জন্মগ্রহণ করেন। পিতা ও মাতার নাম যথাক্রমে ভগবান চন্দ্র বহু ও বামা সুন্দরী দেবী। তাঁর জীবনের অবসান ঘটে ১৯৩৭ সালের ২৩শে নভেম্বর গিরিডি নামক স্থানে।

## পদ্ধতি (প্রশ্ন ও শিক্ষকের কাজ)

[ শিক্ষক আলোচনার শেষে শিক্ষার্থীদের আচার্য বহুর মত বৈশিষ্ট্য ও কঠোরসহিষ্ণু হতে বলবেন। তারপর প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করবেন। ]

\* কোন্ বিজ্ঞানী বেতার আবিষ্কার করেন ?

\* তিনি কোথাকার লোক ছিলেন ?

\* জগদীশচন্দ্র তাঁর জীবনে কি ধরনের অসুবিধার সম্মুখীন হন ?

\* জীবনে উন্নতি করতে হলে কোন্ কোন্ গুণের দরকার ?

\* কিসের জন্ত তিনি ডাক্তারী পড়া শেষ করতে পারেননি ?

\* তিনি কোথা থেকে এবং কোন্ সালে বি. এস.-সি. পাশ করেন ? ইত্যাদি।

[ শিক্ষক প্রসঙ্গত, সি. আই. ই., নাইট উপাধি এবং রয়্যাল সোসাইটির ফেলো ইত্যাদির গুরুত্ব সম্পর্কে আলোচনা করবেন। ]

জগদীশ বহুকে আধুনিক পদার্থ-বিজ্ঞান ও উদ্ভিদ বিজ্ঞানের প্রাণপুরুষ বলা হয় কেন ?

\* তাঁর জন্ম কোথায় এবং কোন্ সালে হয়েছিল ?

\* তাঁর জন্মস্থান বর্তমানে কোন্ দেশের অন্তর্গত ?

\* কোন্ সালে এবং কোথায় তিনি দেহত্যাগ করেন ? ইত্যাদি।

সারাংশ—[ শিক্ষক বোর্ডে আলোচনার সারাংশ লিখে দেবেন ] ভারতীয় বিজ্ঞানী জগদীশ চন্দ্র বহুর বিজ্ঞানে যথেষ্ট অবদান আছে। জনগণের সামনে প্রকাশ করতে না পারলেও তিনি প্রথম বেতার আবিষ্কার করেছিলেন। উদ্ভিদের প্রাণ আছে



তিনিই প্রথম প্রমাণ করেন। এছাড়া নিজ অর্থে স্থাপিত তাঁর “বহু বিজ্ঞান মন্দির” তাঁর অগ্রতম কীর্তি।

**অভিযোজন**—শিক্ষার্থীদের নবলব্ধ জ্ঞান যাচাই করবার জন্য নিম্নরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে।

- \* উদ্ভিদ উদ্ভেজনার সাড়া দেয়, কে প্রথম প্রমাণ করেন ?
- \* আগে একস্থান থেকে অগ্ন্যস্থানে কিভাবে সংবাদ পৌঁছে দেওয়া হ’ত ?
- \* এখন সংবাদ কি ভাবে পৌঁছায় ?
- \* “বহু বিজ্ঞান মন্দির” কে প্রতিষ্ঠা করেন ?

**গৃহকাজ**—ছাত্রদের জগদীশ বহুর জীবনী অতি সংক্ষেপে লিখে জানতে বলা হবে।

## সাংকেতিক পাঠটীকা

### ১। লিভার—নবম শ্রেণী

**আয়োজন**—একটি ওজনের পেরেক ভালভাবে বাসিয়ে ছাত্রদের হাত দিয়ে তুলতে বলতে হবে। তারা পারবে না। তখন Claw hammer (পেরেক তোলা হাতুড়ী) ব্যবহার করে পেরেকটি তুলতে হবে। এইভাবে লিভারের ধারণার অবতারণা করতে হবে।

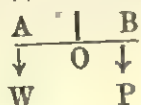
॥ উপস্থাপন ॥ (ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনা করতে হবে।)

(১) **লিভারের সংজ্ঞা**—পেরেক তোলা হাতুড়ীর একটি ছবির সাহায্যে বল, বাধা, আলস বিন্দু, বল বাহু ও বাধা বাহু সম্পর্কে ধারণা দিতে হবে। এই প্রসঙ্গে আকিমিডিসের বিখ্যাত উক্তি “আমাকে একটি উপযুক্ত দণ্ড ও ঠাঁড়বার জায়গা দিলে আমি পৃথিবীটাকে উল্টে দিতে পারি।” ব্যাখ্যা করে লিভার সম্পর্কে ধারণা দেওয়া যেতে পারে।

(২) **লিভারের শ্রেণীবিভাগ**—প্রথমে চিত্রের সাহায্যে এবং পরে বিভিন্ন শ্রেণীর লিভারের নমুনার সাহায্যে আলস বিন্দু, বল ও বাধার প্রয়োগ বিন্দুর বণ্টন বুঝিয়ে দিয়ে লিভারের শ্রেণীবিভাগটি ছাত্রদের নিকট উপস্থাপিত করতে হবে।

(৩) **যান্ত্রিক সুবিধা**—বল ও বাধার মধ্যে অধিকাংশ ক্ষেত্রে কোনটি বড় এবং কোনটি ছোট পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে। পরে যান্ত্রিক সুবিধা নির্ণয়ের প্রাথমিক সূত্রটি (বাহু ও বলের অনুপাত) উল্লেখ করতে হবে।

(৪) **লিভারে সূত্র** :  $\text{বল} \times \text{বল বাহু} = \text{বাধা} \times \text{বাধা বাহু}$ —একটি মিটার স্কেলকে মাঝখান থেকে ঝুলিয়ে-স্বর দ্রুত কোন বাধা বা ওজন (W) রেখে অধিক দূরত্বে কম বল (P) প্রয়োগ করে সূত্রটি প্রমাণ করা যেতে পারে। এখানে বল ও বাধা বাটথারার সাহায্যে স্থাপ্ত করতে হবে। এই প্রসঙ্গে যান্ত্রিক সুবিধাও নির্ণয় করে দেখান যেতে পারে। নিম্নলিখিত ছক ব্যবহার করলে শিক্ষার্থীদের সহজই ধারণা স্থাপ্ত করা যাবে। বল ও বাধার প্রভাবে যখন স্কেলটি অসুস্থমিক থাকবে তখনই ছক পূরণ করা যেতে পারে।



O—আলস বিন্দু

A—বাধার প্রয়োগ বিন্দু

B—বলের প্রয়োগ বিন্দু

পর্যবেক্ষণ নংখ্যা	বাধা (W) gm-wt	বাধা বাহ (OA) cm.	বল (P) gm-wt	বল বাহ (OB) cm.	বাধা × বাধা বাহ (W × OA)	বল × বল বাহ (P × OB)	বাধা (W) বল (P)	বল বাহ(OB) বাধা বাহ(OA)
1								
2								
3								

প্রথম পর্যবেক্ষণে, \* বাধা × বাধা বাহুর মান কত ?

\* বল × বল বাহুর মান কত ?

\* উহাদের মধ্যে সম্পর্ক কি ?

\* যান্ত্রিক সুবিধার মান কত ?

\* বল বাহু ও বাধা বাহুর অনুপাত কার সমান ?

\* যান্ত্রিক সুবিধা নির্ণয়ের আর একটি সূত্র কি ?

\* কোন্ পর্যবেক্ষণে যান্ত্রিক সুবিধা সবচেয়ে বেশী ? ইত্যাদি।

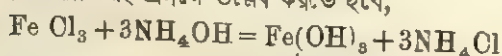
## ২। ভরের নিত্যতা সূত্র—নবম শ্রেণী

সুত্রটি বক্তৃতা পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীদের সামনে উপস্থাপিত করে ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতিতে সূত্রটিকে সমর্থন করতে হবে।

কমপক্ষে দু'টি পরীক্ষা করে দেখাতে হবে। প্রথমটি—সুত্রটি সমর্থন করবার জন্য ; দ্বিতীয়টি—সুত্রের আপাত বিরোধ যেমন মোমবাতির দহন, ম্যাগনেসিয়াম তারের দহন ইত্যাদি দেখাবার জন্য। এ ক্ষেত্রে ব্যাখ্যা দিয়ে বোঝাতে হবে কি ভাবে আপাত বিরোধের মীমাংসা করা যায়।

প্রথম পরীক্ষা—রবারের কর্ক লাগান একটি বড় মুখবিশিষ্ট কাঁচের শিশি নিতে হবে এবং সূত্র দিয়ে বাধা মুখ-খোলা একটি ছোট হোমিওপ্যাথি শিশি নিতে হবে। বড় শিশিতে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ এবং ছোট শিশিতে কয়েক ফোটা ফেরিক ক্লোরাইড নেওয়া হবে। ছোট শিশিকে বড় শিশির মধ্যে রেখে সূত্রের উপর দিয়ে রবার কর্কটি চেপে বসাতে হবে যাতে ছোট শিশি বড় শিশির মধ্যে ঝুলতে থাকে। এই অবস্থায় ওজন নেওয়া হবে। ধরা যাক, ওজন ( বা ভর ) =  $W_1$  gm. ওজনের শেষে বড় শিশিটি উঠে ধরে বিক্রিয়া ঘটানো হবে। বিক্রিয়ার পর আবার ওজন নেওয়া হবে। ধরা যাক, ওজন ( বা ভর ) =  $W_2$  gm. দেখা যাবে  $W_1 = W_2$ .

বিক্রিয়াটি এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করতে হবে,



↓  
বাদামী অধঃক্ষেপ

এইরূপ আরও কয়েকটি পরীক্ষা করে বোঝান যেতে পারে বিক্রিয়ার আগে এবং পরে মোট ভর একই থাকে।

## ॥ পরিশিষ্ট ॥

### ১। ॥ প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা (Programmed Learning) ॥

পাশ্চাত্য দেশে বিদ্যালয়ের শিক্ষায় সম্প্রতি যেসব নতুন শিক্ষণ-পদ্ধতি গ্রহণ করা হয়েছে, তার মধ্যে একটি হ'ল স্বয়ং শিক্ষা-পদ্ধতি (Self Learning) বা প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা (Programmed Learning)। এই পদ্ধতিতে শিক্ষণীয় বিষয়কে নির্দিষ্ট উপায়ে বিভাগ বা প্রোগ্রাম করা হয় এবং বই বা শিক্ষা-যন্ত্রের (Teaching Machine) মাধ্যমে শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপিত করা হয়। শিক্ষার্থী কাগজ-কলম ব্যবহার ক'রে নিজে নিজেই বিষয়টিকে আয়ত্ত করে। এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞানের জটিল বিষয় শেখানো সম্ভব বলে প্রমাণিত হয়েছে। সাধারণতঃ প্রোগ্রামে রৈখিক ব্যবস্থা (Linear Arrangement) গ্রহণ করা হয়। প্রোগ্রামে রৈখিক ব্যবস্থার প্রবর্তন করেন B. F. Skinner। তিনি শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুকে নিয়ন্ত্রিত উপায়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ ক'রে ধারাবাহিকভাবে সাজিয়েছিলেন যাতে শিক্ষার্থী প্রথম অংশের ভিত্তিতে প্রশ্নের উত্তর দিতে পারলে দ্বিতীয় অংশটি অনুধাবন করতে পারবে এবং দ্বিতীয় অংশের উত্তর দিতে পারলে তৃতীয় অংশ অনুধাবন করতে পারবে ইত্যাদি। প্রকৃতপক্ষে এই ধরনের প্রোগ্রামের ভূমিকা অনেকটা গৃহ-শিক্ষকের মত—শিক্ষার্থীকে যাক্ষিপগতভাবে শিক্ষা দেওয়া এবং মূল্যায়ন করা। প্রোগ্রামে অংশগ্রহণ করলে শিক্ষার্থী বিষয়জ্ঞান লাভ করবে, প্রশ্নের উত্তর দেবে এবং উত্তর ভুল হলে সে নিজেই সমর্থ হবে উত্তর সংশোধন ক'রে নিতে।

**প্রোগ্রামের শিক্ষাগত বৈশিষ্ট্য**—প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষায় একটি নির্দিষ্ট লক্ষ্যে শিক্ষার্থীকে পৌঁছে দেবার জন্ত শিক্ষার্থীর আচরণগুলি নিয়ন্ত্রণ ক'রে কোন নির্দিষ্ট ধারাবাহিকতায় নাজানো হয় যাতে সেই আচরণগুলি পর পর সম্পন্ন করলে শিক্ষার্থী শিক্ষার নির্দিষ্ট লক্ষ্যে পৌঁছে যেতে পারে। হারভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের মস্তিস্কবিদ স্কিনার উদ্দীপকের প্রতি প্রাণীর প্রতিক্রিয়াকে (Responses) ছ'ভাগে ভাগ করেছেন

(১) **নির্দিষ্ট প্রতিক্রিয়া (Respondents)**—বিশেষ উদ্দীপকের জন্ত আচরণ নির্দিষ্ট থাকলে সেই আচরণকে নির্দিষ্ট প্রতিক্রিয়া বলে। অনুবর্তনের প্রাচীন তত্ত্ব (প্যাভলভের অনুবর্তন) অনুযায়ী প্রাণী কতকগুলি নির্দিষ্ট উদ্দীপকের উপস্থিতিতে কতকগুলি স্বতঃস্ফূর্ত রিক্লেজমূলক নির্দিষ্ট আচরণ ক'রে থাকে। এই আচরণকে বলে **Respondent**। যেমন—হঠাৎ শব্দ শুনলে কেঁপে ওঠা ইত্যাদি।

(২) **অনির্দিষ্ট প্রতিক্রিয়া (Operant)**—যখন বিশেষ উদ্দীপকের জন্ত প্রাণীর আচরণ নির্দিষ্ট নয়।

**Operant Conditioning** তত্ত্ব অনুসারে স্কিনারের মত হ'ল কোন বিশেষ একটি বিষয় (উদ্দীপক) শেখবার জন্ত শিক্ষার্থী সব সময় নির্দিষ্ট আচরণ করে না। প্রোগ্রামের কাজ হ'ল শিক্ষার্থীর আচরণকে নিয়ন্ত্রণ করা অর্থাৎ নির্দিষ্ট বিষয় শেখবার জন্ত শিক্ষার্থীকে

নির্দিষ্ট আচরণ সম্পন্ন করতে সাহায্য করা। নির্দিষ্ট আচরণ সম্পন্ন করতে সাহায্য করা হবে *Reinforcement* বা শক্তিদায়ক সত্তার প্রভাবে। শক্তিদায়ক সত্তাটি কি ? শিক্ষার্থী কোন একটি ধাপ যখন অগ্রসর করছে, সেই ধাপে তার আচরণ নিয়ন্ত্রিত করবার জন্য আলোচনা, প্রশ্ন, প্রশ্নের উত্তর ইত্যাদিকে শক্তিদায়ক সত্তা বলা যেতে পারে। শিক্ষার্থীর এই আচরণকে জোরদার করবার জন্য দ্বিতীয় ধাপে রয়েছে প্রায় সমজাতীয় আলোচনা, প্রশ্ন ইত্যাদি। এখানে দ্বিতীয় ধাপ হ'ল প্রথম ধাপের শক্তিদায়ক সত্তা।

সাধারণ পাঠটীকায় শুধু শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি এবং কখন কখন শিক্ষার্থীর আচরণগুলি লিপিবদ্ধ করা হয়। কিন্তু প্রোগ্রামে শিক্ষার উদ্দেশ্য, শিক্ষা শুরু হবার আগে শিক্ষার্থীর আচরণ (*Initial behaviour*), এবং শিক্ষার মাধ্যমে যে আচরণগুলি সে সম্পন্ন করতে শিখবে (*Terminal behaviour*) সেগুলি উল্লেখ করা হয়।

**প্রোগ্রাম রচনার উপায় :** কোন স্থিতিস্থিত প্রোগ্রাম রচনার জন্য নিম্নলিখিত উপায়ে অগ্রসর হতে হবে।

॥ ১ ॥ শিক্ষার্থীর প্রান্তিক আচরণের (*Terminal Behaviour*) পূজাহুপূজা বিশ্লেষণ করে সেগুলি উল্লেখ করতে হবে।

॥ ২ ॥ শিক্ষণীয় বিষয়কে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করে মনস্তাত্ত্বিক অথবা যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতায় সাজাতে হবে।

॥ ৩ ॥ প্রত্যেকটি ধাপে কিছু বিবৃতি থাকবে এবং প্রয়োজন হলে চিত্র বা নকশা রাখা যেতে পারে। এই বিবৃতি ও নকশার মাধ্যমে শিক্ষার্থী বিষয়বস্তু সম্পর্কে শিক্ষালাভ করবে। এই ধাপগুলি খুব বড় বা খুব ছোট না হওয়াই বাঞ্ছনীয়। ধাপগুলি বড় হলে শিক্ষার্থীর ভুল খুব বেশী হবে।

॥ ৪ ॥ একটি ধাপ থেকে পরবর্তী ধাপে যাবার আগে শিক্ষার্থী এক বা একাধিক প্রশ্নের উত্তর দেবে এবং উত্তরগুলি ঠিক হল কি না প্রোগ্রাম থেকে প্রায় সঙ্গে সঙ্গে জেনে নিতে পারবে।

॥ ৫ ॥ কোন একটি ধাপের আলোচনা বা সমস্যাতে পূর্ববর্তী ধাপের সঙ্গে ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধযুক্ত হতে হবে, কারণ এই ধাপটি পূর্ববর্তী ধাপের *Reinforcement*।

## ॥ বিজ্ঞান শিক্ষায় প্রোগ্রামের সুবিধা ॥

॥ ১ ॥ শিক্ষণীয় বিষয়ের ভিত্তিতে প্রোগ্রাম তৈরি করে বই বা যন্ত্রের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থিত করলে শিক্ষার্থী নিজের নিজের প্রচেষ্টায় শিখতে পারবে। শিক্ষার্থী নিজের শক্তি-শ্রমার্থে অহুদায়ী শিক্ষায় অগ্রসর হতে সুযোগ পাবে।

॥ ২ ॥ শিক্ষার্থী নিজের প্রচেষ্টায় বিজ্ঞানবিষয়ক জ্ঞান, ধারণা ইত্যাদি অর্জন করবে, ও ছবি আঁকতে, তথ্য নির্বাচন করতে এবং সামাজীকরণ করতে শিখবে।

॥ ৩ ॥ বিজ্ঞানে জ্ঞান দ্রুত বেড়ে চলেছে। বিদ্যালয়ের শিক্ষাবর্ষের সীমিত সময়ে শিক্ষার্থীকে সব শেখানো সম্ভব হয় না। এ ছাড়া, উপযুক্ত বিজ্ঞান-শিক্ষকের অভাব রয়েছে



বিভিন্ন বিদ্যালয়ে, বিশেষতঃ পল্লী-অঞ্চলে। সেখানে প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা-পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে।

॥ ৪ ॥ সর্বোপরি শিক্ষার্থীর অন্তর্দৃষ্টিশক্তি (*Insight*) বৃদ্ধি করতে প্রোগ্রাম-ভিত্তিক শিক্ষাব্যবস্থা অতুষ্ণীয়।

## ॥ অনুবিধা ॥

॥ ১ ॥ প্রোগ্রাম তৈরি করা অত্যন্ত কষ্টকর, অসামান্য ও সময়সাপেক্ষ কাজ।

॥ ২ ॥ প্রোগ্রাম তৈরি করতে দক্ষতাসম্পন্ন শিক্ষক ও মনস্তত্ত্ববিদের প্রয়োজন।

॥ ৩ ॥ প্রোগ্রাম তৈরি করতে উপকরণ লাগে প্রচুর। সপ্তম শ্রেণীর জ্ঞান যদি বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রোগ্রামের বই তৈরি করতে হয়, তবে তার আরতন বাংলা ভাষার অভিধান “চলন্তিকা”কে চাড়িয়ে যেতে পারে।

॥ মন্তব্য ॥ গতানুগতিক শিক্ষাব্যবস্থায় প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা গ্রহণযোগ্য না হলেও বিদ্যালয়ের বিজ্ঞান-শিক্ষায় সুবিধাজনক উপায়ে *Reinforcement* পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে। প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা-প্রসঙ্গে *B. F. Skinner* তাঁর ঐতিহাসিক প্রবন্ধ “*The Science of Learning and the Art of Teaching*” (1954)-এর শেষের দিকে বলেছেন, “...বিদ্যালয় শিক্ষায় প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষা-পদ্ধতি ব্যবহার করলে শিক্ষায় এক নবযুগের সৃষ্টি হবে।”

## ॥ উদাহরণ ॥

### প্রোগ্রামের বিষয়—নিউটনের গতিসূত্র

#### শ্রেণী—নবম

১ম ধাপ : একটি স্থির মার্বেলকে সল করতে হলে মার্বেলের উপর বল প্রয়োগ করতে হয়।

\* একটি স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে হলে বস্তুর উপর—  
প্রয়োগ করতে হয়।

\* একটি স্থির বস্তুর স্থির অবস্থার পরিবর্তন করতে হলে বস্তুর উপর — — প্রয়োগ করতে হয়।

\* বল প্রয়োগ করলে স্থির বস্তুর স্থির অবস্থার — — হয়।

\* বল

\* বল

\* পরিবর্তন

২য় ধাপ : বল প্রয়োগ না করলে স্থির মার্বেল চিরকাল স্থির থাকবে।

\* — — প্রয়োগ না করলে স্থির মার্বেল চিরকাল স্থির অবস্থায় থাকবে।

\* বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু চিরকাল — — অবস্থায় থাকবে।

..... ইত্যাদি।

শিক্ষার্থী প্রথম ধাপের প্রশ্নগুলির উত্তর দেবে। উত্তর ঠিক হল কি না জানবার জন্য দ্বিতীয় ধাপের বামপ্রান্তে উপরের দিকে লক্ষ্য করবে। ভুল হলে উত্তরগুলি সংশোধন করে নিয়ে এবং সঠিক হলে সরাসরি দ্বিতীয় ধাপের বিবৃতি অনুধাবন করবার চেষ্টা করবে। বিবৃতির ভিত্তিতে শিক্ষার্থী প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে অগ্রসর হবে।

## ২। ১। ভৌত বিজ্ঞানে অনুবন্ধ (Correlation in Physical Science) ১।

শিক্ষা-গ্রহণের সময় শিক্ষার্থী বিভিন্ন শিক্ষামূলক উদ্দীপকে সাড়া দিয়ে ধারণা গঠন এবং অভিজ্ঞতা অর্জন করে। বিভিন্ন অভিজ্ঞতাগুলি শিক্ষার্থীর মনের মধ্যে একীভূত হয়ে অখণ্ড জ্ঞানের সৃষ্টি করে। সুতরাং শিক্ষা হ'ল এক অখণ্ড জ্ঞানস্রোতী প্রক্রিয়া। প্রকৃত পক্ষে জ্ঞানের জগৎ অখণ্ড। সেই অখণ্ড জ্ঞান শিক্ষার্থীকে দেবার সুবিধার জন্য বিদ্যালয়ের পাঠ্যক্রমকে কতকগুলি ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করা হয়েছে, যেগুলিকে আমরা বিষয় বা *Subject* বলে থাকি। আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্ট যে, বিভিন্ন বিষয়ের মধ্যে কখনও সম্পর্ক সীমারেখা টানা কখনই সম্ভব নয়। বরং বলা যেতে পারে বিভিন্ন বিষয়ের মধ্যে কমবেশী অনুবন্ধ থাকবে। কিন্তু বিদ্যালয়ের শিক্ষাপদ্ধতি দেখে মনে হয়, ভাষা-শিক্ষক বিজ্ঞানের বিশেষ কোন খোঁজ খবর রাখেন না, তেমনি জীব-বিজ্ঞানের শিক্ষক অনেক সময় ভূগোল বা ভৌত বিজ্ঞান সম্পর্কে খোঁজখবর রাখবার প্রয়োজন বোধ করেন না। এই ধরনের শিক্ষাপদ্ধতি শিক্ষার স্বাস্থ্যের পক্ষে কখনই অমুকূল হতে পারে না। আমেরিকান শিক্ষাবিদ পার্কীর বলেছিলেন বিজ্ঞানকে কেন্দ্র করেই বিদ্যালয়ে অত্যাগত শিক্ষা দেওয়া উচিত। বিজ্ঞানের সঙ্গে, বিশেষ করে ভৌত বিজ্ঞানের সঙ্গে, বিভিন্ন বিষয়ের সূদৃঢ় সম্বন্ধ থাকলেও পার্কীরের চরমপন্থী মতবাদ গ্রহণ করে হয়ত বিজ্ঞান-শিক্ষা দেওয়া সম্ভব নয়। তবে বিজ্ঞান-শিক্ষার সময় অত্যাগত বিষয়ের সঙ্গে সম্বন্ধ স্থাপন করে কিংবা অত্যাগত বিষয় শিক্ষা দেবার সময় বিজ্ঞানের সঙ্গে সম্বন্ধ স্থাপন করে অনায়াসে শিক্ষা দেওয়া যেতে পারে।

## ১। ভৌত বিজ্ঞানের সঙ্গে অত্যাগত বিষয়ের সম্বন্ধ কি? (Correlation of Physical Science with other subjects) ১।

১। ১। ভৌত বিজ্ঞান ও জীবন বিজ্ঞানের অনুবন্ধ—জীবন বিজ্ঞান পাঠে ভৌত বিজ্ঞানের বিভিন্ন আলোচনা কাজে লাগে, যেমন তাপমাত্রা, তরলের চাপ, পৃষ্ঠটান, অভিকর্ষ, আলো, জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া ইত্যাদি। তেমনি ভৌত বিজ্ঞান পাঠে জীবন বিজ্ঞানের অনেক জ্ঞান প্রয়োজনে লাগে, যেমন—প্রাণীর শ্রবণ-যন্ত্র (কান), দর্শন-যন্ত্র (চোখ), উহাদের গঠন-প্রণালী, গাছপাতার বিভিন্ন রঙ ইত্যাদি।  $CO_2$ ,  $N_2$  চক্র অনুধাবনের জন্য জীবন-বিজ্ঞানের জ্ঞান বিশেষভাবে প্রয়োজনীয়। জীবন-বিজ্ঞানের সঙ্গে ভৌত বিজ্ঞানের নিবিড় সম্বন্ধের ভিত্তিতে গড়ে উঠেছে বিজ্ঞানের নতুন নতুন শাখা—*Bio-Physics*, *Bio-Chemistry* ইত্যাদি। আজকের অনেকের ধারণা, প্রাণীর দেহ

হ'ল এ ৩টি সাক্ষাৎ দুর্বল ভায়নামো। শরীরের বিভিন্ন অংশের বিভব পার্থক্য (*Bio-Potential*) পরিমাপ ক'রে আজকাল শরীরবিষয়ক অনেক তত্ত্ব গড়ে উঠেছে। আচার্য জগদীশচন্দ্র বসুর জীবন ভৌত-বিজ্ঞান ও জীবন-বিজ্ঞানের মিলনতীর্থ।

॥ ২ ॥ **ভৌত বিজ্ঞানের সঙ্গে গণিতের অনুবন্ধ**—তাত্ত্বিক বিজ্ঞানে গণিত হ'ল এক অত্যাবশ্যকীয় উপকরণ। গণিতের সাহায্যে বৈজ্ঞানিক ঘটনার ব্যাখ্যা, সূত্র নির্ণয় এবং কোন বিষয় সম্পর্কে পরিমাণগত উপলব্ধি সম্ভব। আবার গণিতের প্রয়োগ ক্ষমতা অর্জন করতে হলে গণিতের জ্ঞান বিজ্ঞানে প্রয়োগ করতে হবে। গণিত ও বিজ্ঞানের সমন্বয়সাধন ক'রে বিজ্ঞান শিক্ষা দিলে শিক্ষার্থীর বিশ্লেষণী ক্ষমতা ও চিন্তাশক্তি বৃদ্ধি পেতে পারে।

॥ ৩ ॥ **বিজ্ঞান ও সাহিত্য**—আধুনিক সাহিত্যে নায়ক-নায়িকার চরিত্র-চিত্রণে ব্যাপকভাবে বিজ্ঞানের ব্যবহার করতে দেখা যায়। বিজ্ঞানকে ভিত্তি ক'রে সাহিত্যধর্মী প্রবন্ধ লিখেছেন আচার্য জগদীশ বসু, রামেন্দুসুন্দর ত্রিবেদী ও আরও অনেকে। কবিতায় ভাব (*image*) সৃষ্টিতে অনেক কবি বৈজ্ঞানিক পর্যবেক্ষণ বহুল পরিমাণে কাজে লাগিয়েছেন। আবার বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করে তুলতে বা বিজ্ঞানের রসের দিকটি সাধারণ মানুষের কাছে উপভোগ্য ক'রে তুলতে গিয়ে সাহিত্যের সাহায্য নেওয়া হচ্ছে। তাছাড়া, বিজ্ঞানের জ্ঞান প্রকাশ করতে বা উপলব্ধি করতে হলে ভাষার অবস্থা প্রয়োজন। ভাষাও সাহিত্যে বিজ্ঞানকে স্থান দেওয়ায় পৃথিবীর বিভিন্ন ভাষাতে নতুন নতুন বৈজ্ঞানিক পরিভাষার সৃষ্টি হচ্ছে এবং সে জন্ম বিভিন্ন ভাষার মধ্যে পার্থক্য কমে আসছে।

॥ ৪ ॥ **বিজ্ঞান ও সমাজ বিজ্ঞান**—বিজ্ঞানে নিত্যনতুন আবিষ্কারের ফলে প্রযুক্তি-বিদ্যা, যোগাযোগ ব্যবস্থা, শিক্ষা ও বৃত্তিতে নিদারুণ পরিবর্তন এসেছে, মানুষের ধান-ধারণার পরিবর্তন হয়েছে। বিজ্ঞানের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যাবে, মানুষের সামাজিক ইতিহাসের সঙ্গে হাত ধরাধরি ক'রে বিজ্ঞান প্রাগৈতিহাসিক যুগ থেকে আজ পর্যন্ত এগিয়ে এসেছে। তাই বলা যেতে পারে, বিজ্ঞানের ইতিহাস হ'ল মানুষের ইতিহাস।

॥ ৫ ॥ **বিজ্ঞান, ভূগোল ও ভূবিদ্যা**—প্রাকৃতিক ভূগোলে (*Physical Geography*) আবহাওয়া, ভূত্বকের গঠন, নদীর গতিপথ, চন্দ্র ও সূর্যগ্রহণ, জোয়ার-ভাটা ইত্যাদির পাঠে ভৌত বিজ্ঞানের জ্ঞান অপরিহার্য। ভূবিদ্যায় খনিজ পদার্থ অনুসন্ধান ও উত্তোলন প্রভৃতির পাঠে ভৌত বিজ্ঞানের জ্ঞান বিশেষভাবে প্রয়োজনীয়।

॥ ৬ ॥ **বিজ্ঞান ও মনোবিদ্যা**—ভৌত বিজ্ঞান ও মনোবিজ্ঞানের বিষয়গত মিল বিশেষ না থাকলেও মনোবিদ্যায় আচরণের (*Behaviour*) পূর্ণাঙ্গ ব্যাখ্যা দেবার জন্য ভৌত বিজ্ঞানের বিভিন্ন তত্ত্ব ব্যবহার করা হয়ে থাকে; যেমন—স্বপ্ন, নিদ্রা, চিন্তন প্রভৃতি বিষয়ের ব্যাখ্যা দেবার জন্য সম্প্রতি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ-তত্ত্বের ব্যবহার করা হচ্ছে। তা ছাড়া শিক্ষামনোবিদ্যার অনুসন্ধান পদ্ধতি এবং বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির মধ্যে অনেক সাদৃশ্য আছে।

॥ ৭ ॥ **বিজ্ঞান, চারুকলা ও সঙ্গীত**—বিজ্ঞান এবং চারুকলা উভয় ক্ষেত্রেই

রঙ সম্পর্কিত অভিজ্ঞতা প্রয়োজন। বিজ্ঞান এবং শিল্প উভয় ক্ষেত্রেই নকশা অঙ্কনে বা পরিকল্পনা রচনায় গণিত এবং বলবিদ্যার (Mechanics) জ্ঞান প্রয়োজন হয়। শিল্প, বিজ্ঞান ও চাকরুলায় লিওনার্দো দা ভিঞ্চি এক অবিস্মরণীয় নাম। স্তরযুক্ত শব্দ, স্তরবর্জিত শব্দ, স্তর, স্বর, মূলস্বর, উপস্বর, সমমেল, অষ্টক, তিস্ততা, জাতি ইত্যাদির জ্ঞান ভৌত বিজ্ঞানে এবং সঙ্গীতবিদ্যায় সমভাবে প্রয়োজনীয়।

৷ ৮ ৷ **বিজ্ঞান ও বাণিজ্য**—বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিদ্যার উপযুক্ত ব্যবহারের ফলে দেশের বাণিজ্য ও শিল্প গড়ে ওঠে, তেমনি দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতি নির্ভর করে দেশের বাণিজ্য ও শিল্প প্রতিষ্ঠানগুলির পৃষ্ঠপোষকতার উপর।

**আলোচনা**—অনুবন্ধের উপরি-উক্ত তালিকা সম্পূর্ণ নয়। তবু একথা বলা যায়, বিজ্ঞানের সাথে বিভিন্ন পাঠ্য বিষয়ের মধ্যে কমবেশী কিছু সম্পর্ক আছে। ভৌত বিজ্ঞান নিজেও কোন স্বতন্ত্র বিষয় নয়। পশ্চিমবঙ্গের মাধ্যমিক পাঠ্যক্রমের ভৌত বিজ্ঞান পদার্থ-বিজ্ঞান ও রসায়নের একটি সম্মিলিত রূপ। ভৌত বিজ্ঞানের বিভিন্ন আলোচনায় পদার্থ-বিজ্ঞান ও রসায়নের স্বাতন্ত্র্য কমিয়ে আনা হয়েছে। বিজ্ঞান-পাঠ্য মার্গক করে তুলতে হলে এবং শিক্ষার্থীর জ্ঞানের ঐক্য বিধান করতে হলে বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের সঙ্গে অত্যন্ত বিষয়ের অনুবন্ধ রচনা করে পাঠ দেওয়া বিশেষভাবে প্রয়োজন।

### ৩। একক পরিকল্পনা

#### Unit Planning

একক পরিকল্পনার বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে তৃতীয় অধ্যায়ের ৫১ পৃষ্ঠায় আলোচনা করা হয়েছে। সেখানে একক পরিকল্পনাকে বিষয়বস্তু সংগঠনের একটি নীতি হিসাবে চিহ্নিত করা হয়েছে। আবার কখনও কখনও একক পরিকল্পনা (বা একক পদ্ধতি) বলতে শিক্ষাদান পদ্ধতি বোঝানো হয়ে থাকে। আধুনিক বিচারে কিন্তু একক সম্পর্কিত এই দুটি ধারণাই অসম্পূর্ণ। বর্তমান ধারণায় একক পরিকল্পনা হ'ল বিষয়বস্তুর সংগঠনের উপায় ও শিক্ষাদান পদ্ধতির একক ব্যাপক পরিকল্পনা। একক পরিকল্পনার প্রধানত: দু'টি ধাপ।

**এক :** এককের বিষয়বস্তু নির্বাচন ও বিশ্লেষণ।

**দুই :** এককের অন্তর্গত প্রতিটি অংশের শিক্ষণ-পদ্ধতি নির্ণয় ও পাঠটীকা প্রণয়ন।

**প্রথম ধাপের জ্ঞাত করণীয় কাজ—**

(১) এককের বিষয়বস্তু নির্বাচন, (২) এককের সাধারণ উদ্দেশ্যগুলি নিরূপণ করা, (৩) একককে কয়েকটি উপ-একক বা পাঠে (sub unit) বিভক্ত করা, (৪) প্রতিটি পাঠের বিষয়গত পরিধি নির্ণয় করা ও প্রতিটি পাঠের মূল ধারণাগুলিকে সংক্ষেপে উল্লেখ করা, (৫) শিক্ষাপদ্ধতি উল্লেখ করা, (৬) শিক্ষা উপকরণগুলি উল্লেখ করা। প্রথম ধাপের কার্যক্রমের ভিত্তিতে একটি ছক 'ক' পূরণ করা হয়। ছয়টি উদাহরণে দেখান হয়েছে।



দ্বিতীয় ধাপের জ্ঞান করণীয় কাজ—প্রত্যেক পাঠের উপর একটি করে সংক্ষিপ্ত পাঠটীকা প্রস্তুত করতে হয়। পাঠটীকা প্রস্তুত করবার সময় নীচের বিষয়গুলির ওপর নজর দিতে হয়।

(১) পাঠদানের সুবিধার্থে প্রত্যেক পাঠের মূল বিষয়টিকে কয়েকটি সুবিধাজনক ভাগে ভাগ করা হয়। এই ভাগগুলিকে বলা হয় শিক্ষণীয় অংশ (Teaching point বা Sub-Concept)।

(২) প্রত্যেক শিক্ষণীয় অংশের জ্ঞান আচরণগত উদ্দেশ্য বা বিশেষ উদ্দেশ্য-গুলি উল্লেখ করা হয়।

(৩) আচরণগত উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে শিক্ষ-পদ্ধতি বা শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর শিক্ষা-মূলক কাজ (বা অভিজ্ঞতা)-গুলি নির্ণয় করা হয়।

(৪) শিক্ষার্থীদের প্রয়োগমূলক কাজ নির্ধারণ—শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর যৌথ কাজের-শেষে শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগতভাবে কিছু কাজ করতে দেওয়া হয়। এইসব কাজের মধ্যে কিছু কাজ শিক্ষার্থী শ্রেণীকক্ষে বা বিদ্যালয়ে করবে। এইগুলিকে বলা হয় বিদ্যালয়ের কাজ (School Assignment)। কতকগুলি কাজ শিক্ষার্থী বাড়ীতে করবে। এই গুলিকে বলা হয় বাড়ীর কাজ (Home Assignment)।

(৫) মূল্যায়ন—মূল্যায়নের জ্ঞান কি কৌশল অবলম্বন করা হবে সেগুলি লিখতে হবে। সাধারণভাবে এখানে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান কিছু প্রশ্ন রাখা হয়। এই প্রশ্নগুলির সাহায্যে উদ্দেশ্য অনুযায়ী শিক্ষা কার্য সফল হয়েছে কিনা যাচাই করা হয়।

দ্বিতীয় ধাপের কার্যক্রমের ভিত্তিতে একটি ছক “খ” পূরণ করা হয়। ছকটি উদাহরণে দেখান হয়েছে।

একক পরিকল্পনা অনুযায়ী পাঠদানে সাধারণতঃ হার্বার্টীয় সোপাননীতি গ্রহণ করা হয়। এই সোপানগুলি হ’ল—আয়োজন, উপস্থাপন ও অভিযোজন। আয়োজন স্তরে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞান যাচাই ও বর্তমান পাঠে মনোযোগ আকর্ষণ করা—; উপস্থাপন স্তরে শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর বিভিন্ন অভিজ্ঞতামূলক কাজের মাধ্যমে শিক্ষণীয় বিষয়টি শিক্ষার্থীর নিকট উপস্থাপিত করা; তৃতীয় স্তরে পুনরালোচনা ও শিক্ষার্থীর মূল্যায়ন করা হয়। একক পরিকল্পনায় যে পাঠটীকা প্রস্তুত করা হয় তা সংক্ষিপ্ত হওয়ায় শিক্ষক শ্রেণীতে পাঠদানের পূর্বে প্রয়োজনমত পরিবর্তিত করে নেবেন।







বিষয়	আচরণগত পরিবর্তন	শিক্ষক ও শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষার্থীদের প্রয়োগ-ধর্মী কাজ	মূল্যায়ন
১। আন্তরাগতিক দূরত্ব, আন্তরাগতিক আকর্ষণ বল, পদার্থের বিভিন্ন অবস্থায় উহাদের বৈশিষ্ট্য।	শিক্ষার্থীরা পদার্থের বিভিন্ন অবস্থার কারণ উপলব্ধি করবে, চিত্রাঙ্কন করবে। আনবিক গঠন, ব্যাখ্যা ও চিত্রাঙ্কন করবে।	চাটের সাহায্যে ব্যাখ্যা করে সূত্রগুলি নির্ধারণ করা হবে। শিক্ষক একথণ্ড কাঠ, পাত্রে জল, পাত্রে জলের উপরিতলের বাষ্পের আনবিক গঠন চিত্রের সাহায্যে বোঝাবেন।	কঠিন, তরল ও গ্যাসের ক্ষেত্রে চিত্রের সাহায্যে আন্তরাগতিক বল দূরত্ব প্রকাশ কর। একটি আধুলির আনবিক গঠন কেমন হবে অঙ্কন করে দেখাও।	অন্তরাগতিক দূরত্ব কাকে বলে? অন্তরাগতিক বল কাকে বলে? কঠিনের নির্দিষ্ট আকার থাকে কেন? পদার্থের কয়টি অবস্থা ও কি কি? লীন তাপ কাকে বলে? উষ্ণপাতন কাকে বলে? বৃষ্টি চক্রের কারণ ব্যাখ্যা কর।
২। পদার্থের বিভিন্ন অবস্থায় আনবিক গঠন।	*আনবিক গতিশক্তি ও তাপের সম্পর্ক উপলব্ধি করবে।	ডেমনস্ট্রেশন : শিক্ষক বরফ গলিয়ে জল এবং জলকে ফুটিয়ে বাষ্প সৃষ্টি করে অবস্থান্তরের ধারণা দেবেন এবং অবস্থান্তরের সময় ছাত্রদের সময় ও উষ্ণতা পর্যবেক্ষণ করতে বলবেন ও লীন তাপের ধারণা দেবেন।	মোমকে ক্রমাগত তাপ দিলে কি দেখা যাবে পরীক্ষা করে দেখবে।	
৩। পদার্থের অবস্থান্তরে তাপের ভূমিকা ও লীন তাপ।	*লীন তাপের বিষয় ভূমিকা উপলব্ধি ও প্রশংসা করবে।	ডেম : বদ্ধ পরীক্ষা নলে কর্পূর নিয়ে বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন করে শিক্ষক দেখাবেন।	ন্যাপথালিনের ভাবে অবস্থান্তর বাড়ীতে লক্ষ্য করুন। রান্নাঘরে ঘটে এমন দুটি অবস্থান্তরের উদাহরণ দাও।	
৪। অবস্থান্তরের ব্যতিক্রম : কর্পূর, গ্রাপ-থালিনের কোন তরল অবস্থা পাওয়া যায় না।	*অবস্থান্তরের ব্যতিক্রমের কারণ জানবে।	ব্যাখ্যা : ব্যতিক্রমের কারণ ব্যাখ্যা করা হবে।		
৫। অবস্থান্তরের বিভিন্ন প্রাকৃতিক উদাহরণ।	*প্রকৃতির নিয়মের ব্যতিক্রম জেনে প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি হবে। শিক্ষার্থীরা জ্ঞানের প্রয়োগ করবে।			



পাঠ—বস্তুর অবস্থান্তর ও উষ্ণতার পরিবর্তন

১। গলন ও গলনাক্ষ	শিক্ষার্থীরা গলনের সংজ্ঞা নির্ণয় করবে।	ডেম : কঠিন মোমকে একটি পরীক্ষা নলে নিয়ে একটি জলগাহের সাহায্যে তাপ দেওয়া হবে এবং গলনের মুহূর্তে এবং গলনের পরে শিক্ষার্থীদের উষ্ণতার পরিবর্তন লক্ষ্য করতে বলা হবে।	ডেম : তাপের উৎস সরিয়ে নিলে মোম জমতে শুরু করবে। এই সময় উষ্ণতা লক্ষ্য করতে বলা হবে।	শিক্ষার্থীরা বরফ ও নারকেল তেল নিয়ে গলন ও হিমীভবনের পরীক্ষা করবে।	গলন কাকে বলে? গলনাক্ষ বলতে কি বোঝায়? হিমীভবন কাকে বলে?
২। হিমীভবন ও হিমাক্ষ	*সংজ্ঞা নির্ণয় করবে। *পরীক্ষা সম্পাদনের দক্ষতা অর্জন করবে। *লব্ধ জ্ঞানের প্রয়োগ করবে।		ডেম : বিকারে জল নিয়ে তাপ দেওয়া হবে এবং উষ্ণতার পরিবর্তন ও তরল তল পর্যবেক্ষণ করতে বলা হবে।		হিমাক্ষ কাকে বলে? কোন পদার্থের হিমাক্ষ ও গলনাক্ষের মধ্যে কি সম্পর্ক? বাষ্পায়ন কাকে বলে? বাষ্পায়ন ও উষ্ণতার মধ্যে সম্পর্ক কি?
৩। বাষ্পায়ন	সংজ্ঞা নির্ণয় করবে।		ডেম : বিকারে জল নিয়ে ক্রমাগত তাপ দেওয়া হবে এবং চরম অবস্থায় কি ঘটে শিক্ষার্থীদের লক্ষ্য করতে বলা হবে। এই সময় তরল তল এবং উষ্ণতার পরিবর্তন লক্ষ্য করতে বলা হবে।	শিক্ষার্থীরা উদ্বায়ী তরল নিয়ে পরীক্ষা করবে।	শ্বটন কাকে বলে? শ্বটনাক্ষ কাকে বলে?
৪। শ্বটন	সংজ্ঞা নির্ণয় করবে।				শ্বটন ও বাষ্পায়নের মধ্যে কি পার্থক্য?
৫। ঘনীভবন	সংজ্ঞা নির্ণয় করবে।		ডেম : শ্বটনের সময় বিকারের উপরে একটি ডিশ চাপা দেওয়া হবে এবং ডিশের উপর জল কণার প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ করে ঘনীভবন সম্পর্কে আলোচন করা হবে।	চা ভর্তি কাপের উপর হাত দিয়ে কিছুক্ষণ চাপা দিলে কি দেখা যাবে?	ঘনীভবন কাকে বলে? শিশির পড়ে কেন?



## পাঠটীকা নং—৩

### পাঠ—গমন ও কঠিনীভবনে আয়তনের পরিবর্তন

<p>১। গলনে আয়তন বৃদ্ধি ও কঠিনীভবনে আয়তনের হ্রাস হয়। অধিকাংশ পদার্থের ক্ষেত্রে কথ্যটি সত্য।</p>	<p>*আন্তরাণবিক ক্রাঁকের সাহায্যে বিভিন্ন ঘটনা উপলব্ধি করবে।</p> <p>*আয়তনের তুলনা করবে।</p> <p>*অভিজ্ঞতার সামান্যী-করণ করবে।</p>	<p>ডেম : টেস্টিউবে মোম ভর্তি করে সেটি গলিয়ে দেখান হবে। গলিত মোম ঠাণ্ডা করে আয়তন লক্ষ্য করতে বল। হবে। পুনরায় মোম গলিয়ে আয়তন লক্ষ্য করতে বল। হবে।</p>	<p>জলজ, বনম্পতি বা নারকেল তেল গললে আয়তনের কি পরিবর্তন হয় বাড়ীতে লক্ষ্য করবে?</p>	<p>গলনের ফলে পদার্থের আয়তনের কি পরিবর্তন হয়? কেন হয়?</p>
<p>২। ব্যতিক্রম—কয়েকটি পদার্থ যেমন—জল, লোহা, পিতল, ইত্যাদির গলনের ফলে আয়তনের হ্রাস ঘটে।</p>	<p>প্রকৃতির সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম জেনে শিক্ষার্থীদের প্রকৃতির বৈচিত্র্য সম্পর্কে প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি হবে।</p>	<p>ডেম : একটি বিকারে গুড়ো বরফ চেপে ভর্তি করে বিকারে তাপ দিয়ে দেখান হবে যে সম্পূর্ণ বরফ গললে বিকারের খানিকটা অংশ খালি থাকছে।</p> <p>আলোচনা : ব্যতিক্রমের অগ্ৰাহ্য উদাহরণ সম্পর্কে আলোচনা করা হবে।</p>	<p>একটি বিকার ও একটি ক্ষেলের সাহায্যে কিছু পরিমাণ বরফ ও জলের আয়তনের অনুপাত নির্ণয় কর।</p>	<p>গলনের ফলে কোন্ কোন্ পদার্থের আয়তন হ্রাস পায়?</p>



## পাঠ তীকা নং-৪

## পাঠ-গলনাক্ষ ও শ্ফুটনাক্ষের পরিবর্তন

1	2	3	4	5
১। গলনাক্ষের উপর চাপের প্রভাব—কয়েকটি পদার্থের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাবে গলনাক্ষ হ্রাস পায় যেমন বরফ; গলনাক্ষ বৃদ্ধি পায় যেমন মোম।	শিক্ষার্থী সামান্য করণের মধ্যে পদার্থগুলিকে মনে রাখবে।	বর্ণনা—যে সব কঠিন উহার তরলে ভাসে, সে ক্ষেত্রে চাপের প্রভাবে গলনাক্ষ কমে অন্যথায় গলনাক্ষ বাড়ে। বর্ণনার পর উদাহরণগুলি নিতে বলা হবে।	চাপে গলনাক্ষ হ্রাস পায় এবং বৃদ্ধি পায় এমন পদার্থগুলির দুটি পৃথক তালিকা তৈরী কর।	কোন পদার্থের গলনাক্ষ চাপের প্রভাবে কমে যায়? কোন পদার্থের গলনাক্ষ চাপের প্রভাবে বাড়ে?
২। পরীক্ষা—পুনঃ শিলীভবন ও বটমলীর পরীক্ষা।	*শিক্ষার্থীরা পরীক্ষা করবে। *লব্ধ জ্ঞানের প্রয়োগ করবে।	বর্ণনা—বটমলীর পরীক্ষা চাট সহযোগে বর্ণনা করা হবে। পুনঃ শিলীভবনের পরীক্ষার বর্ণনা দেওয়া হবে।	থাবার বরফ এবং শিলী বৃষ্টির বরফ নিয়ে পরীক্ষাটি করবে।	পুনঃ শিলীভবনের ঘটনাটি কি ও কেন ঘটে? শ্ফুটনাক্ষ কিসের উপর নির্ভর করে? জলের শ্ফুটনাক্ষ উল্লেখ করবার সময় চাপের উল্লেখ করতে হয় কেন?
৩। শ্ফুটনাক্ষের উপর চাপের প্রভাবের পরীক্ষা।	শিক্ষার্থীরা পরীক্ষা করবে এবং লব্ধ জ্ঞানের প্রয়োগ করবে।	বর্ণনা ও ব্যাখ্যা—শিক্ষক চিত্রের সাহায্যে ফ্রাংকলিনের পরীক্ষার বর্ণনা করবেন এবং কারণ ব্যাখ্যা করবেন।	শিক্ষার্থীরা পরীক্ষা-নলে কিছু ফুটন্ত জল নিয়ে নলের মুখ কঁক দিয়ে বন্ধ করবে। জল কিছুটা ঠাণ্ডা হলে নলটিকে উল্টে তার উপর খুব দীপ্ত জল ঢালবে এবং কি ঘটনা ঘটে পর্যবেক্ষণ করবে।	



## ৪। প্রশ্নাবলী

প্রশিক্ষণার্থীদের অনুশীলনের সুবিধার জন্য নীচের প্রশ্নগুলি সংযোজিত হ'ল। প্রশ্নগুলি অধিকাংশ ক্ষেত্রে কলিকাতা, বর্ধমান ও উত্তরবঙ্গ বিশ্ববিদ্যালয়ের বি. এড. এবং বি. টি. পরীক্ষায় ভৌত বিজ্ঞান, পদার্থ বিদ্যা ও রসায়ন শিক্ষণ-পদ্ধতির প্রশ্নপত্র থেকে গৃহীত।

### প্রথম অধ্যায়

#### বিজ্ঞান-শিক্ষার অতীত ও বর্তমান

॥ প্রশ্ন ১ ॥ “Science is a body of knowledge and a self testing on going process of enquiry”—Discuss.

। উত্তর ॥ [ বিজ্ঞান জ্ঞানের ভাণ্ডার—বিভিন্ন যুগের চিন্তাশীল মানুষ চতুর্পার্শ্ব জড়জগৎ ও জীবজগৎ সম্পর্কে যেসব নিত্য-নতুন তথ্য ও তত্ত্ব উপস্থাপিত করেছেন বিজ্ঞান সেগুলিকে সংরক্ষিত করেছে বর্তমান ও আগামীযুগের মানুষকে নতুন নতুন আবিষ্কারে উৎসাহিত করবার জন্য ও মানব কল্যাণে প্রয়োগ করবার জন্য। তাই বিজ্ঞানকে বলা হয় তত্ত্ব ও তথ্যের ভাণ্ডার বা জ্ঞান ভাণ্ডার।

বিজ্ঞান গতিশীল আত্মপরীক্ষণমূলক প্রক্রিয়া—বিজ্ঞানের জ্ঞান কোনদিনই সম্পূর্ণতা বা নিভুলতার দাবী জানায় না। নতুন নতুন অভিজ্ঞতা ও পরিস্থিতির পরিপ্রেক্ষিতে বিজ্ঞানের জ্ঞান ভাণ্ডারকে নিয়তই চ্যালেঞ্জের মুখোমুখি হতে হয়। কখনও কখনও নতুন নতুন তথ্য ও পর্যবেক্ষণের সাথে পুরাতন বা প্রতিষ্ঠিত সত্যের সংঘাত বাধে। সৃষ্টি হয় নতুন সত্য।

আবার বিজ্ঞানে যখন একটি সমস্যা-সমাধান হয়, তখন আবার নতুনভাবে অন্য কোন সমস্যা দেখা দেয়। এইভাবে পর্যায়ক্রমে একটির পর একটি সমস্যা-সমাধান করে বিজ্ঞান নিকৃদ্দেশের পথে নিয়ত এগিয়ে চলেছে।

এই প্রসঙ্গে প্রথম অধ্যায়ের প্রথম অংশ, দ্বিতীয় অধ্যায়ের “দৃষ্টিগত মূল্য” ও চতুর্থ অধ্যায়ের বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে “আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতি” বা “সমস্যা সমাধান পদ্ধতি” দেখুন। ]

॥ প্রশ্ন ২ ॥ Give an account of the present position of science Teaching in schools of West Bengal and put forth your suggestions for its improvement.

॥ প্রশ্ন ৩ ॥ What are the defects of teaching of science in our schools? How should the teaching of science be more realistic and useful?



॥ প্রশ্ন ৪ ॥ Science Teaching in our schools is criticised as being bookish and divorced from everyday life. What suggestions can you offer whereby this state of affairs can be improved.

॥ উত্তর ॥ [ এই প্রশ্নের উত্তর দেবার সময় আধুনিক বিজ্ঞান শিক্ষণ-পদ্ধতি এবং বিজ্ঞানভিত্তিক সহপাঠ্যক্রমিক কার্যাবলীরও উল্লেখ প্রয়োজন । ]

॥ প্রশ্ন ৫ ॥ How far have the movements of Science Education of different progressive countries of the world influenced that of India ?

॥ প্রশ্ন ৬ ॥ Evaluate the present practices in science education in our schools, for deriving the benefits of teaching and learning of Science.

॥ উত্তর ॥ [ পশ্চিম বাংলার বর্তমান মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষাব্যবস্থা, শিক্ষাব্যবস্থার ত্রুটি ও উন্নতিকরন কয়েকটি প্রস্তাব—এই আলোচনাগুলি দেখুন । ]

### দ্বিতীয় অধ্যায়

#### বিদ্যালয় পাঠ্যক্রমে বিজ্ঞানের স্থান

॥ প্রশ্ন ১ ॥ "Science now forms a part of the school curriculum and it has come to stay". —Justify the statement from cultural, intellectual and other values of science in modern life.

॥ প্রশ্ন ২ ॥ "Science has so developed that it can no longer be considered as a mere adjunct to a general education, but rather must take its place at the centre of any educational scheme." Justify the statement from practical ( utilitarian ), intellectual ( disciplinary ) and cultural values of science in modern life.

॥ প্রশ্ন ৩ ॥ Discuss the cultural value of science, showing its difference from the disciplinary value.

॥ প্রশ্ন ৪ ॥ Illustrate with suitable examples how you would emphasise the impact of Chemistry on modern civilisation.

॥ উত্তর ॥ [ রসায়নের ব্যবহারিক মূল্য সম্পর্কে আলোচনা করতে হবে । ]

॥ প্রশ্ন ৫ ॥ Illustrate with suitable examples how you would emphasise the scope and impact of physical sciences on modern life.

॥ উত্তর ॥ [ ভৌত বিজ্ঞানের Scope বা কর্ম-পরিধির আলোচনার করতে হবে । এবং ব্যবহারিক মূল্যের আলোচনা প্রয়োজন । ]



॥ প্রশ্ন ৬ ॥ Discuss the reasons for the inclusion of Physical Science in the curriculum of ten year Madhyamik Course.

Or,

Discuss the benefits derived from the study of Physical Science in Secondary Schools. In this context justify the inclusion of Physical Science as a Compulsory subject in the present Madhyamik Syllabus.

॥ প্রশ্ন ৮ ॥ Discuss the role of Science in National Development.

॥ উত্তর ॥ [ বিজ্ঞানের ব্যবহারিক মূল্য উল্লেখ করতে হবে। ]

॥ প্রশ্ন ৯ ॥ What are the objectives of teaching Physical Sciences in Secondary schools. To what extent do you think these objectives are realised through the teaching of the present syllabus in Physical Science at Madhyamik Stage.

॥ উত্তর ॥ [ পাঠ্যক্রম—মূলত: তাত্ত্বিক। এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞান, ধারণা ও কতকগুলি ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ইত্যাদি গড়ে ওঠে। জীবনী পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে প্রশংসার মনোভাব সৃষ্টি হয়। ]

শিক্ষণ পদ্ধতি—মূলত: বক্তৃতা পদ্ধতি অগ্রসরণ করা হয় বলে অধিকাংশ ক্ষেত্রে জ্ঞান ও ধারণাগত উদ্দেশ্য চরিতার্থ হয়। মুখস্থ করে পরীক্ষায় সাফল্য অর্জন করতে হয় বলে অধিকাংশ ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে ওঠে না। পরীক্ষা ও পর্ষবেক্ষণের মাধ্যমে শিক্ষা দেওয়া হয় না বলে দক্ষতা বৃদ্ধি পায় না।

শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ও সহ-পাঠ্যক্রমিক কার্যাবলী—অধিকাংশ ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানে আগ্রহ সৃষ্টি করতে সমর্থ।

উদ্দেশ্যগুলি স্বাধীনভাবে সিদ্ধ হয়েছে কি না তার জন্য অবশ্য বর্তমান মূল্যায়ন পদ্ধতি যথেষ্ট নয়। ]

॥ প্রশ্ন ১০ ॥ Discuss the objectives of teaching Physical Science in Secondary Schools. What behavioural changes would you expect to see amongst your students as a result of realisation of these aims ?

॥ প্রশ্ন ১১ ॥ What are the aims and values of teaching Physical Sciences in Secondary Schools ? What points are to be kept in view by a teacher so as to realise these aims ?

॥ উত্তর ॥ [ Aim বলতে যদিও লক্ষ্য বোঝায়, উত্তরের উৎসর্ঘ বৃদ্ধির জন্য Objective or উদ্দেশ্যগুলি উল্লেখ করা যেতে পারে। যে Point বা কথাগুলি শিক্ষকে মনে রাখতে হবে, সেগুলি হল—পাঠ্যসূচী, শিক্ষণ পদ্ধতি, শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ও সহ-পাঠ্যক্রমিক কার্যাবলী। বিষয়গুলি সংক্ষেপে আলোচনা করুন। ]

৥ প্রশ্ন ১২ ৥ Evaluate the position of Science in our up-to-date cultural and practical life citing examples in your discussion.

৥ প্রশ্ন ১৩ ৥ What is scientific attitude? How would you develop scientific attitude in your students? How can you evaluate the scientific attitude of your students?

Or,

Scientific interest and attitude can be inculcated among the students only indirectly through class room teaching. Justify the statement. Discuss different processes of developing scientific interest among the students and the techniques of measuring the same.

৥ উত্তর ৥ [ বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর যথাযথ উদ্যোগে শিক্ষার্থীর মধ্যে যে সব আচরণগত পরিবর্তন ঘটে তার আলোচনা "বিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য" শীর্ষক অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গঠনের জন্য প্রয়োজন—

(১) উপযুক্ত পাঠ্যক্রম—পাঠ্যক্রম এমন হবে যাতে শিক্ষার্থীর কৌতূহল নিবৃত্ত করা যায় এবং শিক্ষার্থী প্রত্যেকটি বৈজ্ঞানিক ঘটনায় উপযুক্ত কারণ জানতে পারে।

(২) উপযুক্ত শিক্ষণ পদ্ধতি—পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ, তথ্য সংগ্রহ, তথ্য বিশ্লেষণ ও সামান্য-করণের মাধ্যমে শিক্ষাদান করতে হবে। বিষয়বস্তু সম্পর্কে ধারণাসৃষ্টির জন্য ব্যাখ্যা, শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ ব্যবহার করতে হবে। শিক্ষার্থীকে যাচাই করে সব জিনিস গ্রহণ করবার জন্য উৎসাহিত করতে হবে এবং কুসংস্কার মুক্ত করতে হবে।

(৩) উপযুক্ত পরিবেশ—শ্রেণীকক্ষে এবং বিদ্যালয়ের সর্বত্র শিক্ষার্থীদের মধ্যে গণতান্ত্রিক পরিবেশ রচনা করতে হবে, যাতে শিক্ষার্থীর মধ্যে বিভিন্ন সামাজিক গুণের বিকাশ ঘটে।

(৪) শিক্ষকের ব্যক্তিত্ব—যেহেতু শিক্ষকের ব্যক্তিত্ব শিক্ষার্থীকে গভীরভাবে প্রভাবিত করে সেজন্য শিক্ষককে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সম্পন্ন হতে হবে।

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী হ'ল শিক্ষার্থীর মধ্যে বিজ্ঞান শিখনের ফলে সৃষ্ট এক ধরনের জৈব মানসিক প্রকৃতি যা শিক্ষার্থীকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুযায়ী বিভিন্ন কাজে অগ্রসর হতে প্রেরণা যোগায়। সুতরাং বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু শিক্ষণের দ্বারা শিক্ষার্থীর মধ্যে সুরাসরি বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি করা যায় না। বিজ্ঞান শিক্ষণের পদ্ধতি দ্বারা শিক্ষার্থীর মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি করা যায়।

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী সৃষ্টি করা সমন্বয়সাপেক্ষ কাজ এবং এটি শ্রেণী-শিক্ষার পরীক্ষা ফল। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী মূল্যায়নের জন্য দীর্ঘ মেয়াদী মূল্যায়ন পদ্ধতি (যেমন—পর্যবেক্ষণ, সাক্ষাৎকার, প্রশ্নপত্র, চেকলিস্ট, রেটিং স্কেল, স্বজনবর্মী কাজ ও রেকর্ড এবং ডায়েরী) ব্যবহার করা যেতে পারে।

এ প্রসঙ্গে “ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়ন” অধ্যায় দেখুন। ]

। প্রশ্ন 11 । What do you consider to be the aims and objectives of teaching Physical Science at various stages of school education ?

### তৃতীয় অধ্যায়

#### ভৌত বিজ্ঞানের পাঠ্যক্রম

। প্রশ্ন 1 । Enumerate the chief aims and objectives to be kept in view in building up a syllabus in Physical Sciences in Secondary Schools.

How far does the existing syllabus fulfil these aims and objectives ?

। প্রশ্ন 2 । State the principles of construction and organisation of a syllabus in Physical Sciences. In this connection, examine critically the existing syllabus of Physical Sciences of your school and give suggestions for its improvement.

। প্রশ্ন 3 । What are the aims of teaching Physical Sciences in Secondary Schools ? Indicate the broad principles of organisation of syllabus and teaching of the subject to help realisation of these aims ?

। প্রশ্ন 4 । Explain what may be termed as Concentric system of syllabus construction and organisation.

। প্রশ্ন 5 । Explain what may be termed as Psychological sequence in organising a Physical Science course.

। প্রশ্ন 6 । Find out the relative merits and demerits of various ways of organisation of a syllabus in Physical Sciences.

। প্রশ্ন 7 । Comment on Integrated Approach towards teaching of Physical Science in Madhyamik Course.

। উত্তর । [ ভৌত বিজ্ঞানে সমন্বয় সম্পর্কে প্রথম অধ্যায়ের ১/৩ অঙ্কচ্ছেদ এবং দ্বিতীয় অধ্যায়ের একক পরিকল্পনা দেখুন। ]

### চতুর্থ অধ্যায়

#### বিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতি

। প্রশ্ন 1 । What do you mean by Inductive and Deductive methods ? Selecting a topic in Physics or in Chemistry discuss the relative merits of presenting the topic to the students by the two methods.

॥ উত্তর ॥ [ আরোহ পদ্ধতির মধ্যে রয়েছে সমস্ত উপলব্ধি থেকে সিকান্তগ্রহণ পর্যন্ত বিভিন্ন স্তর; অবরোহ-পদ্ধতির মধ্যে রয়েছে সিকান্তের সত্যতা যাচাই, সূত্র গঠন ইত্যাদি স্তরগুলি। বইতে উদাহরণগুলি সংক্ষেপে দেওয়া আছে, শিক্ষার্থীগণ উত্তর লেখার সময় একটি বিশদভাবে লিখবেন। যেহেতু সমস্ত সমাধান পদ্ধতি এবং আরোহ ও অবরোহ পদ্ধতির মধ্যে অনেক সাদৃশ্য আছে শিক্ষার্থীরা সমস্ত সমাধান পদ্ধতি উদাহরণগুলিও কাজে লাগাতে পারেন। ]

॥ প্রশ্ন ২ ॥ Illustrate the statement that in all natural sciences, the process of induction and deduction follows each other before a complete verification of the law can be obtained.

॥ প্রশ্ন ৩ ॥ Selecting a suitable topic show how you can make your presentation attractive to the students by taking help of charts and models.

॥ উত্তর ॥ [ বক্তৃতা পদ্ধতির উন্নতি বিধানের জন্য প্রস্তাব করা হয়েছিল যে, বক্তৃতাকে আকর্ষণীয় করে তোলার জন্য চার্ট, মডেল, ফিল্ম ইত্যাদি ব্যবহার করা যেতে পারে। সুতরাং শিক্ষার্থীগণ একটি উপযুক্ত পাঠ নির্বাচন করে—যেমন “পরমাণুর গঠন”, ১৪নং পাঠটীকা, বক্তৃতা পদ্ধতিতে পাঠ দিতে পারেন। অবশ্য চার্ট ও কার্যকরী মডেল ব্যবহার করে ডেমন্স্ট্রেশন পদ্ধতিতেও পাঠ দেওয়া যেতে পারে। ]

॥ প্রশ্ন ৪ ॥ Discuss in detail the Demonstration method of teaching Physical Sciences. What points are to be kept in view to make the demonstration really useful to the students?

॥ প্রশ্ন ৫ ॥ “As far as possible Demonstration method should be followed in teaching Physical Sciences”.—Do you agree? Give reasons for your answer.

॥ প্রশ্ন ৬ ॥ State briefly the essentials of a successful experimentation by the teacher in a lesson demonstration. Do you think that main principles of a Science subject are likely to be obscured if applications and illustrations are freely used? If so, what is the remedy?

॥ উত্তর ॥ [ কোন বৈজ্ঞানিক সত্য, তত্ত্ব বা সূত্র সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের সম্যক ধারণা দিতে গেলে দৃষ্টান্ত বা প্রয়োগ উল্লেখ করা বাঞ্ছনীয়। দৃষ্টান্ত দেবার উদ্দেশ্য হল সূত্রগঠনে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা এবং প্রয়োগবর্তিত উদাহরণ দেবার উদ্দেশ্য হল বিজ্ঞানের জ্ঞান ব্যবহারিক জীবনে প্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করা। দৃষ্টান্ত বা প্রয়োগবর্তিত উদাহরণ অব্যাহত দেবার পরিবর্তে পরিকল্পিত ও উদ্দেশ্যমূলক ভাবে দেওয়া উচিত। দৃষ্টান্তগুলির সাহায্যে শিক্ষার্থী স্বাধীনভাবে কোন সিদ্ধান্তে যদি না আসতে পারে, তবে সেভাবে দৃষ্টান্ত দেবার বিশেষ কোন প্রয়োজন নেই। ]



॥ প্রশ্ন ৭ ॥ Explain various aspects of Heuristic method in teaching Sciences to the top classes of Secondary Schools.

॥ প্রশ্ন ৮ ॥ Discuss the merits and demerits of Heuristic method. Choose any topic from Physical Science and state how you will proceed to teach it by Heuristic method.

॥ প্রশ্ন ৯ ॥ Explain how you would develop habit and skill in teaching Physical Sciences by referring to at least two topics on the subject.

॥ উত্তর ॥ [Habit অর্থাৎ অভ্যাস বলতে আমরা বুঝি স্বতর্কতাগ্রহণ, নৈপুণ্যসহকারে কাজ, নিয়মমাসিক কাজ, নেতৃত্বদান, পর্যবেক্ষণ, সিদ্ধান্তগ্রহণ, সত্যতা ও বিশ্বস্ততা ইত্যাদির অভ্যাস। Skill বা দক্ষতা বলতে বুঝি—পরীক্ষা-সম্পাদন, পরীক্ষালব্ধ ফলের সংব্যাখ্যান, চিত্রাঙ্কন ইত্যাদির দক্ষতা। আবিষ্কার-পদ্ধতি বা পরীক্ষাগার-পদ্ধতিতে অভ্যাস ও দক্ষতা গড়ে উঠতে পারে। কমপক্ষে দুটি বিষয় নির্বাচন করে আবিষ্কার বা পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে ক্রিভাবে পাঠদান করলে উপরি-উক্ত গুণগুলি শিক্ষার্থীরা অর্জন করতে পারে, তার আলোচনা প্রয়োজন।]

॥ প্রশ্ন ১০ ॥ The Heuristic method of teaching is not a practical proposition, but many of the advantages of the Heuristic Method are found in other methods: (i) Assignment method, (ii) Demonstration method. Discuss.

॥ প্রশ্ন ১১ ॥ "All pupils, even beginners, should be allowed to discover things for themselves and put in the position of the original discoverer". (Armstrong). Bring out the significance of this statement in connection with the method of teaching science advocated by Prof. Armstrong. In what respects is this method considered more effective in teaching Physical Sciences?

॥ প্রশ্ন ১২ ॥ "If Almighty were in the one hand to offer me truth and, in the other, search after truth, I would humbly but firmly choose search after truth." (Huxley). Explain this saying and write your view on the Heuristic Method.

॥ প্রশ্ন ১৩ ॥ What is the principle behind the Heuristic Method? This method is much spoken of in training colleges, but not used in practice in class teaching in our schools. Why? What benefit do you then derive by its study?

॥ প্রশ্ন ১৪ ॥ Give a clear idea of the Heuristic method in the teaching of Physics, citing illustrations. Compare it with lecture method.

॥ প্রশ্ন ১৫ ॥ Select any suitable topic from the Physical Science syllabus of your school and show how you would plan a demonstration method with a heuristic approach.

॥ প্রশ্ন ১৬ ॥ Compare Heuristic and Demonstration methods in the teaching of Physical Sciences and discuss their relative merits and demerits with illustrations as per as practicable. What are your views with regard to their applicability in our schools ?

॥ প্রশ্ন ১৭ ॥ What method will you adopt as a teacher of Physical Science for developing the spirit of enquiry among your pupils ? Indicate the application of this method of approach with reference to any suitable topic from Madhyamik Course in Physical Science.

। উত্তর । এখানে পদ্ধতি হিসাবে “আবিষ্কার-পদ্ধতি” বা “সমস্যা সমাধান-পদ্ধতি” উল্লেখ করে আলোচনা করুন । ]

॥ প্রশ্ন ১৮ ॥ Experiments should not be mere occasional efforts to substantiate some facts told by the teacher to his class. Discuss the above statement with reference to place experimental work in science teaching.

। উত্তর ॥ [ পঞ্চম অধ্যায়ে “পরীক্ষাগারে কাজের সুবিধা” এবং চতুর্থ অধ্যায়ে “পরীক্ষাগার পদ্ধতির” সুবিধা দেখুন । ]

॥ প্রশ্ন ১৯ ॥ Discuss the value of individual practical work by pupils in teaching and learning of science. Select a suitable unit from the content area of Physical Science in class IX or X and draw up a programme of individual practical work for pupils and show how such work would help learning.

॥ প্রশ্ন ২০ ॥ Compare Laboratory and Demonstration methods in the teaching of Chemistry and discuss their relative merits and demerits. Which of the two do you consider more suitable for our school ? Give reasons.

॥ প্রশ্ন ২১ ॥ Discuss the scope of Assignment Method and Project Method of teaching Physical Sciences in our high schools ?

॥ প্রশ্ন ২২ ॥ Comment on the statement : Success of Science teaching in high classes depends on a happy combination of demonstration—table and laboratory training.

॥ উত্তর সংকেত ॥ [ Assignment পদ্ধতির ভাবধারা অহুসরণে প্রশ্নটির উত্তর দেওয়া যেতে পারে। ]

॥ প্রশ্ন ২৩ ॥ Discuss the use of "Project Method" for the teaching of Science. Can this method be well effective for the teaching of Physics in higher classes?

॥ প্রশ্ন ২৪ ॥ What is the Project Method of teaching Sciences? Explain your answer by taking a topic from Physics or Chemistry as an example. Discuss its merits & demerits.

॥ প্রশ্ন ২৫ ॥ What is the role played by Project Method in socialising the students while imparting a lesson in Physical Sciences according to that method? How far is the method suitable in teaching theory or law of Physical Sciences? Discuss the applicability of the method in our schools.

॥ প্রশ্ন ২৬ ॥ Select any one of the following units and prepare and outline plan for a school project mentioning the (i) educational objectives, (ii) pupil activities, (iii) work experience to be gained.

1. Indicate the steps you will follow for its successful implementation.

- (a) Protection of iron from rusting
- (b) Role of electricity in daily life
- (c) Uses of lenses in various types of instruments
- (d) Hydro-electricity
- (e) Supply of Electricity in home
- (f) Industrial application of electrolysis
- (g) Levers
- (h) Water Supply in Towns
- (i) Energy and its transformation
- (j) Role of machines in daily life.

॥ প্রশ্ন ২৭ ॥ Describe the Problem solving method in the teaching of Physical Sciences and illustrate this method with reference to any topic from Physics or Chemistry.

॥ প্রশ্ন ২৮ ॥ What is difference between Scientific Method and Scientific fact? Which would you emphasise in your science-teaching?

॥ উত্তর সংকেত ॥ [ Scientific fact বা "বৈজ্ঞানিক তথ্য" আলোচনার

জ্ঞান Inductive and Deductive Method-এর শেষের দিকে দেখুন। শুধু “বৈজ্ঞানিক তথ্যগুলি” জানলে কখনই বিজ্ঞান-শিক্ষা সম্পূর্ণ হয় না। Scientific Method বা বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অল্পসংখ্যক করেই সেই “তথ্যগুলি” জানতে হবে। সুতরাং বিজ্ঞান-শিক্ষায় বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া প্রয়োজন। “বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি” হ’ল বিজ্ঞানের অত্যন্ত বৈশিষ্ট্য, “বৈজ্ঞানিক তথ্য” নয়।]

॥ প্রশ্ন ২৯ ॥ Describe the “problem solving method” in the teaching of Physical Sciences and illustrate this method with reference to any topic from Physics or Chemistry.

॥ প্রশ্ন ৩০ ॥ What is the psychological implication of “Programmed Learning”? Is it a teaching or a learning method? Why? Discuss the role of “Programmed Learning Method” in science education of our schools.

॥ প্রশ্ন ৩১ ॥ Discuss the role of History and Biography in teaching science.

॥ প্রশ্ন ৩২ ॥ Select some unit from one of the high school sciences and make a set of detailed plans for presenting it to a class by the unit-problem technique.

॥ প্রশ্ন ৩৩ ॥ Discuss the “Laboratory Method” in the teaching of Physical Sciences in higher classes in schools and compare it with the Heuristic Method.

॥ প্রশ্ন ৩৪ ॥ How would you encourage a spirit of enquiry in course of teaching science? Illustrate with example.

॥ উত্তর ॥ [ শিক্ষার্থীদের মধ্যে অল্পসংখ্যক স্পৃহা জাগাবার বিভিন্ন পদ্ধতি আছে যেমন আবিস্কার পদ্ধতি, সমস্যা সমাধান পদ্ধতি, অর্পিত দাবিদায়ক পদ্ধতি, কাহিনী সমস্যা পদ্ধতি ইত্যাদি।

অল্পসংখ্যক স্পৃহা জাগাবার জন্য নিম্নের বিষয়গুলির প্রতি লক্ষ্য রাখতে হবে—

(১) শিক্ষার্থীদের মধ্যে গণতান্ত্রিক ও স্বাধীনতার পরিবেশ সৃষ্টি করতে হবে। (২) শিক্ষণীয় বিষয়টিকে সমস্যার আকারে উপস্থাপিত করতে হবে। (৩) যথাসম্ভব নিজের অভিজ্ঞতা ও দক্ষতাকে কাজে লাগিয়ে সমস্যার উপলব্ধি ও সমাধানের জন্য তাদের স্বযোগ দিতে হবে। (৪) সমস্যাটির সাথে যেন শিক্ষার্থীর দৈনন্দিন জীবন ও পরিবেশের যোগসূত্র থাকে। (৫) শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ, বিশ্লেষণ, সংশ্লেষণ ও সামগ্রিকতার ক্ষমতা বৃদ্ধির উপর গুরুত্ব দিতে হবে। (৬) সহ-পাঠ্যক্রমিক কার্যাবলী, পুস্তক পাঠ, শিক্ষামূলক ভ্রমণ ও নিজ পরিবেশ সম্পর্কে সচেতনতা বৃদ্ধি করতে হবে এবং (৭) শিক্ষার্থীর কৌতূহল ও স্বজনী প্রতিভাকে বিজ্ঞান-শিক্ষার কাজে নিয়োগ করতে হবে।



এই প্রসঙ্গে “আবিষ্কার পদ্ধতি”র সমালোচনা, বিজ্ঞানকে উহার প্রয়োগ, আবিষ্কারের ভাবধারা (heuristic approach) দেখুন।

এরপর উদাহরণ—আবিষ্কার পদ্ধতি, সমস্তা সমাধান-পদ্ধতি ইত্যাদির যে কোন একটির উপর উদাহরণ দেওয়া যেতে পারে।]

### পঞ্চম অধ্যায় বিজ্ঞানের পরীক্ষাগার

॥ প্রশ্ন ১ ॥ Discuss the place of Laboratory work in teaching Science and assessment of pupils' work.

॥ উত্তর সংক্ষেপে ॥ [ শিক্ষার্থীর পরীক্ষাগারে কাজের মূল্যায়ন-সম্পর্কিত আলোচনার জন্য দশম অধ্যায় “ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়ন” দেখুন। ]

॥ প্রশ্ন ২ ॥ Explain with reasons the importance of Physical Science Laboratory with special reference to planning and equipment, organisation and management, Laboratory manual, care and use of apparatus and Chemicals.

॥ প্রশ্ন ৩ ॥ Prepare a note on the organisation of the Physical Science Laboratory with special reference to (a) Laboratory rules, (b) Storage of chemicals and apparatus, (c) Dangerous Chemicals and experiments; and first-aid.

॥ প্রশ্ন ৪ ॥ Describe the simplest but most convenient science laboratory that you would have in an ordinary school at the least expense.

॥ প্রশ্ন ৫ ॥ What principles would you observe in the construction and equipment of a science class room ?

॥ প্রশ্ন ৬ ॥ You are given a grant of Rs. 10,000. How would you spend it on the equipment of a new School Laboratory and Science Laboratory.

॥ প্রশ্ন ৭ ॥ What are the duties and responsibilities of (i) Laboratory Assistant, (ii) Teacher, (iii) Students, in connection with laboratory work ?

॥ প্রশ্ন ৮ ॥ Describe some of the accidents that generally occur in a laboratory and state the procedure you would adopt in each case for relief.

॥ প্রশ্ন ৯ ॥ What are the major functions of school laboratory in teaching of Physical Science ?

## ষষ্ঠ অধ্যায়

## উপস্থিতমত তৈরী যন্ত্রপাতি ও শিক্ষা উপকরণ

॥ প্রশ্ন ১ ॥ What do you mean by improvised apparatus? It has been given much importance now-a-days for the improvement of science teaching in our Secondary Schools. Why?

Describe the construction of an improvised science apparatus and mention its use in a class-room demonstration.

॥ প্রশ্ন ২ ॥ Discuss how can you integrate work experience with science teaching, keeping in view of improvised science apparatus.

॥ প্রশ্ন ৩ ॥ Mention some improvised science apparatus which do not require any skilled labour. How can you insist on your students to construct those apparatus?

॥ উত্তর সঙ্কেত ॥ [Improvised Apparatus বা নিজ উপায়ে প্রস্তুত যন্ত্রপাতি সাধারণতঃ পরিত্যক্ত, স্বল্পমূল্য বা বিনামূল্যের উপকরণ ব্যবহার করে প্রস্তুত করতে হয়। কিছু কিছু যন্ত্রপাতি প্রস্তুত করার জন্য দক্ষতা ও বিশেষ আয়োজন প্রয়োজন হয়। সেগুলির উদাহরণ এই পুস্তকে দেওয়া আছে। কতকগুলি যন্ত্রপাতি নির্মাণে দক্ষতা ও আয়োজনের বিশেষ প্রয়োজন নেই। শ্রেণীর পাঠের শেষে বাড়ীর কাজ হিসাবে শিক্ষক এই যন্ত্রপাতিগুলি শিক্ষার্থীদের তৈরি করতে বলতে পারেন। যেমন, (a) স্টীচুশ্বক—পরিত্যক্ত ব্রেড, টিপ বোতাম, স্ট্রুচ ও একটি কর্কের ব্যবহার করে স্টীচুশ্বক তৈরি করা যেতে পারে। (b) স্থিতি জড় প্রদর্শনের যন্ত্র (Inertia apparatus)—ছোট কোটা, পাতলা লোহার পাত, পোস্টকার্ড, মার্বেল, কার্ডবোর্ড ব্যবহার করে যন্ত্রটি তৈরি করা যেতে পারে। (c) স্পিরিট ল্যাম্প—কালির দোহাত ব্যবহার করে স্পিরিট ল্যাম্প তৈরি করা যেতে পারে। (d) তুলাবস্ত্র—ফুট রুলার, স্ক্রু, পীচবোর্ড ব্যবহার করে তৈরি করা যেতে পারে ইত্যাদি।

১ প্রশ্ন ৪ ॥ How will you improve your class teaching with the help of teaching aids prepared by you?

॥ উত্তর ॥ [শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলির গুরুত্ব আলোচনা করলেই বোঝা যাবে কিভাবে উপকরণগুলির ব্যবহারে শ্রেণিতে বিজ্ঞান শিক্ষার মান উন্নত করা যায়। এর জন্য প্রথম অধ্যায় দেখুন।]

নিজস্ব প্রস্তুত উপকরণের ব্যবহারের মাধ্যমে শ্রেণীর বিজ্ঞান-শিক্ষার মান উন্নয়নের প্রসঙ্গে একটু বেশী কথা বলা যায়। যেমন—

বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে উপযুক্ত জ্ঞান ও ধারণা। শিক্ষার্থীদের দিতে চলে বা শিক্ষার্থীদের দক্ষতা বৃদ্ধি করতে হলে চার্ট, মডেল ও নানা যন্ত্রপাতির প্রয়োজন। বিদ্যালয়ের সীমিত সাধনের জন্য সেগুলি অনেক সময় ক্রয় করা সম্ভব হয় না। তাই শিক্ষক যদি প্রয়োজনমত যন্ত্রপাতি ও উপকরণ নিজস্ব প্রস্তুত করতে পারেন তাহলে তিনি প্রয়োজনমত সেগুলি ব্যবহার করে বিজ্ঞান শিক্ষণের মান উন্নয়ন করতে পারেন। একটি উদাহরণ দিতে হবে।]

॥ ৫ ॥ What is the role of improvised apparatus in teaching Physical Science ?

॥ ৬ ॥ How the spirit of economy can be developed in our Pupils.

॥ উত্তর ॥ [ মিতব্যয়ীতার কয়েকটি লক্ষণ হ'ল পরিমিতি বোধ, সহজলভ্য জিনিসের ব্যবহার, সংগ্রহ ও সঞ্চয়, সংক্ষেপে দ্রুত ও নিভুলভাবে কর্ম সম্পাদন, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি ।

**পরিমিতি বোধ :** প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক জিনিস এবং সঠিক পরিমাণে ব্যবহার হ'ল পরিমিত বোধের লক্ষণ । প্রয়োজনকে যথার্থভাবে উপলব্ধি করা, প্রয়োজনীয় সামগ্রীর ঠিকমত পরিমাপ করা, এককের ব্যবহার ইত্যাদি থেকে পরিমিতি বোধের সৃষ্টি হয় । রসায়ন বিজ্ঞানে বিকারকের ব্যবহার, পদার্থ বিজ্ঞানে কোন কাজের জন্য উপযুক্ত আকার, আকৃতি স্কেলযুক্ত জিনিসপত্রের ব্যবহার, তড়িৎ-কোষের উপযুক্ত ব্যবহারের মাধ্যমে পরিমিতিবোধ সৃষ্টি করা যেতে পারে ।

**সহজলভ্য জিনিসপত্রের ব্যবহার :** যে সব জিনিসপত্র বাড়ী বা আমাদের চারিপাশে পাওয়া যায় সেগুলিকেই বিজ্ঞান শিক্ষার ক্ষেত্রে প্রথমে ব্যবহার করা উচিত । উপস্থিতিমত যন্ত্রপাতি নির্মাণ করবার সময়ই এমনই সব সহজলভ্য জিনিসপত্র ব্যবহার করা যেতে পারে ।

**সংগ্রহ ও সঞ্চয় :** অনেক শিক্ষণীয় বিষয় আমাদের চারিদিকে ছড়িয়ে আছে । সেগুলিকে সংগ্রহ করে ঠিকমত গুছিয়ে রাখলে শিক্ষার প্রয়োজনে সেগুলি উপযুক্ত সময়ে ব্যবহার করা যেতে পারে । যাদুঘর বা বুলেটিন বোর্ড পরিচালনার মাধ্যমে সংগ্রহ ও সঞ্চয়ের মনোভাব সৃষ্টি করা যায় ।

**সংক্ষেপে দ্রুত ও নিভুলভাবে কর্ম সম্পাদন :** পরীক্ষাগারে পরীক্ষা সম্পাদন বা বিজ্ঞান ক্লাবে কোন যন্ত্রপাতি বা উপকরণ নির্মাণের মাধ্যমে এই গুণগুলির অনুশীলন করা যায় । গুণগুলি ঠিকমত আয়ত্ত করতে পারলে সময়, পরিশ্রম ও ব্যবহার্য সামগ্রীর সাশ্রয় হয় ।

**রক্ষণাবেক্ষণ :** বিজ্ঞানে ব্যবহার্য যন্ত্রপাতি ও বিকারক রক্ষণাবেক্ষণের দ্বারা অপচয় রোধ করবার শিক্ষা দেওয়া যায় । ]

**সপ্তম অধ্যায় : ভৌত বিজ্ঞানে শিক্ষাসহায়ক প্রদীপন**

**প্রশ্ন ১.** Discuss the role of Audio-visual aids in the teaching of Physical Sciences.

**উত্তর :** [ এখানে Audio Visual অর্থে দৃষ্টিনির্ভর, শ্রুতিনির্ভর এবং দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর উপকরণগুলি বোঝানো হয়েছে । ভৌত বিজ্ঞান-শিক্ষায় দৃষ্টি ও শ্রুতিনির্ভর শিক্ষাসহায়ক উপকরণগুলির ভূমিকা আলোচনা প্রসঙ্গে যে বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে উপকরণগুলি ব্যবহার করা অত্যাৱশ্যক, সেগুলিও আলোচনা করা যেতে পারে ভৌ. বি. শি. ( দ্বিতীয় পর্ব )—১১(S. N.)

(পুস্তকের আলোচনা দেখুন)। এই প্রসঙ্গে বিভিন্ন উপকরণগুলির নাম উল্লেখ করা অত্যন্ত প্রয়োজন।]

2. Prepare a paper instructions for the guidance of a young teacher of Physical Science on the proper use of charts, diagrams and other visual aids with special references - to  
(a) suitability of different aids for different aspects of the subjects,  
(b) errors to be avoided in using them, (c) their limitations.

3. Selecting a suitable topic, show how can you make your presentation attractive to the students by taking help of charts and models.

4. Write short notes on following :

- (a) Epidiascope as an aid to teaching.
- (b) Radio as a medium for teaching.
- (c) Maps and Charts as aids to teaching.
- (d) T. V. as a medium for teaching.

5. What are the difficulties of using Audio-Visual Aids in teaching Physical Science in our schools? How would you overcome those difficulties?

What type of aids would you freely and easily use in teaching Physical Sciences and how?

Or,

Mention the T. A. and their usefulness in the effective teaching of Physical Science in the schools of rural West Bengal.

॥ উত্তর ॥ [গ্রামীণ পশ্চিম বাংলার বিদ্যালয়গুলির সীমিত আর্থিক সামর্থের দামী কোন উপকরণ সেখানে ব্যবহার করা সম্ভব নয়। তাই অপেক্ষাকৃত কম মূল্যের অথচ শিক্ষার দিক দিয়ে প্রয়োজনীয় এমন উপকরণ যেমন—চার্ট, মডেল, ব্লাকবোর্ড ইত্যাদি ব্যবহার করে উপকার পাওয়া যেতে পারে।]

6. Give an account of teaching aids depending on Optical projectors, briefly dealing also with the connected technicalities. What, in your opinion, should be the topic items for display in a film on "sound waves"? How is such display superior to black board?

7. A teaching aid, however good it may be, cannot replace a teacher. Discuss it in connection with the teaching of Physical Sciences.



8. Discuss the roles of (a) School Library, (b) Radio Broadcasts for students, (c) Wall Magazine towards the fulfilment of objectives of teaching Physical Science.

॥ উত্তর ॥ [ ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য পূরণ কতখানি হয়—এই আলোচনার জন্য উল্লিখিত উপকরণগুলির শিক্ষাগত মূল্য সম্পর্কে বিবরণ দেওয়া যেতে পারে । ]

9 Though Edger Dale placed minimum importance on verbal and visual symbols as teaching materials, they have come to stay in the teaching of Physical Sciences in our country.—Justify the statement keeping in view of text book, discussion, lecture, symposium and quiz etc.

10. What are the requisites of a good book on Physics and chemistry? What use would you make of the text book in actual teaching?

11. Discuss the place of Text Book in teaching Physical Sciences and the main features of good text books on the subject. Critically examine in this connection the present syllabus of Physical Sciences for classes IX & X of our secondary schools.

### অষ্টম অধ্যায় : ভৌত বিজ্ঞানে সহ-পাঠ্যক্রমিক কার্যাবলী

প্রশ্ন 1. Give your ideas on some Co-curricular activities relating to the teaching of Physics in the schools and critical estimate of the present position.

2. Name some Co-curricular activities which you would organise in your school to make the teaching of Physical Sciences more interesting and effective.

3. "Creative activities of the learners can be fostered through a course of Physical Sciences in High Schools". Justify the statement with suitable examples.

উত্তর (সংক্ষেপ) : [Creative activity বা স্বজনধর্মী কাজের স্বযোগ সাধারণতঃ সহপাঠ্যক্রমিক শিক্ষাতেই বেশী পাওয়া যায়। এখানে সহপাঠ্যক্রমিক কার্যাবলীর গুরুত্ব আলোচনা করে দুই একটি উদাহরণ দেওয়া যেতে পারে, যেমন বুলেটিন বোর্ড পরিচালনা, বিজ্ঞান-পত্রিকা পরিচালনা বা বিজ্ঞান-সমিতিতে improvised teaching aid নির্মাণ ইত্যাদি। ]

4. Outline the activities of a Science Club and the benefits resulting therefrom towards better learning of Physical Sciences.

Describe two interesting experiment and two exhibits for a science exhibition of your club.

**উত্তর (সংক্ষেপ) :** [Experiment : (1) দাহ্য ঘনক combustile cube—একটি ডিশের উপর কিছু চিনি রেখে দেশলাই কাঠি জ্বলে আগুন ধরাবার চেষ্টা করলে কিছুতেই ধরবে না। চিনির গায়ে বেশে ভাল ক'রে ছাই মাখিয়ে যদি পুনরায় আগুন ধরাবার চেষ্টা করা যায়, দেখা যাবে চিনিতে আগুন ধরেছে, অর্থাৎ চিনির ঘনকগুলি জ্বলতে শুরু করেছে। এখানে ছাই হ'ল অলুঘটক কারণ ছাই নিজে জ্বলে না, কিন্তু চিনিকে জ্বলতে সাহায্য করেছে।

(2) জল প্রিজম (Water Prism)—একটি বড় বাটিতে প্রায় পরিপূর্ণ জল নিয়ে একটি ভাঙ্গা আয়নার টুকরো তার মধ্যে তির্যকভাবে স্থবিধামত বসাতে হবে। ঘর অন্ধকার ক'রে আয়নার উপর টর্চ লাইটের আলো ফেললে ঘরের দেওয়ালে বা ছাদে সাদা আলোর বর্ণালী দেখা যাবে। এখানে আয়নার উপরের জল প্রিজম হিসাবে কাজ করবে।

**Exhibit**—দুটি মডেল উল্লেখ ক'রে সংক্ষেপে উহাদের নির্মাণ-প্রণালী ও কার্য-প্রণালী লিপিবদ্ধ করা যেতে পারে (বই-এর আলোচনা দেখুন)।]

5. What are the chief purposes a science club? How can you make the teaching of Physical Sciences more effective through different activities of a Science Club?

6. Write notes on the following :

- Science Magazine—its scope and limitations.
- Scientific excursions—their aims and organisations—how far these are practised in our schools and way?
- Science Fair.
- Science Club as an educational device.
- Science Bulletin Board.

7. Discuss with examples how organised educational excursions to Chemical Industry can help the teaching of Chemistry to school student?

Or,

Describe the importance of excursion in Science teaching. How would you as a teacher of Physical Science organise a week long excursion with student of class VIII or X?

8. Give an account of the Co-curricular activities that may be organised for teaching Physical Sciences in schools of W. B.?

« উত্তর » [সংগ্রহশালা, শিক্ষাশূলক ভ্রমণ, বিজ্ঞান মেলা, বিশেষ খেলাল, ধাঁধা প্রতিযোগিতা, বিতর্ক সভা, বিজ্ঞান পত্রিকা।]

### নবম অধ্যায় : বিজ্ঞান-শিক্ষক

প্রশ্ন ১. What are the special qualification required in Physical Science Teacher ?

২. What is the present position of the science teachers ? What steps are being taken by the Government and other agencies to improve it ?

৩. Write notes on the following :

(a) Science Masters' Association—difficulties in its organisation ; to what extent it can be of help to the teaching of science in schools.

(b) The role of Science Masters' Association in the professional growth of science teachers.

৪. Indicate the significant role the teacher of Physical Science can play in the school. Discuss in this connection the essential qualifications of the teacher for planning his role.

৫. Describe in detail the problems that a Science teacher faces in teaching science in secondary school.

### দশম অধ্যায় : ভৌত বিজ্ঞানে মূল্যায়ন

প্রশ্ন ১. What is the difference between evaluation and measurement ? What should evaluation seek for and how ?

২. "Evaluation is not an extension of usual written examination and marks in a subject not it is a means of judging the competence of the individual teacher."—Comment.

৩. What are the different devices of evaluation ? Give the advantages of each.

৪. "There is inter-relationship between objective, learning experience and evaluation."—Discuss.

৫. Discuss the importance of laboratory work in teaching Physical Science and in the assessment of the pupil's work.

৬. Distinguish between examination and evaluation. After giving a lesson on "Properties of Magnet" in Class VIII how would you examine the result of your teaching and what evaluation devices would you use for evaluating the achievement of the students ?

॥ উত্তর ॥ [মূল্যায়ন শুধু শিক্ষার্থীর শিক্ষাগত বুদ্ধির পরিমাপ করে না, শিক্ষকের শিক্ষণ পদ্ধতিরও সমালোচনা করতে পারে। সেজন্য শিক্ষকের বিজ্ঞান শিক্ষাদানের ফলাফল জানতে হ'লে শিক্ষার্থীদের শিক্ষাগত ফলাফলের মূল্যায়ন করতে হবে।

শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নের জন্য একটি প্রশ্নপত্র রচনা করতে হবে—নমুনা বইতে দেওয়া আছে।

শিক্ষার্থীদের অর্জিত জ্ঞানের মৌখিক পরীক্ষা করা যেতে পারে।

চৌম্বকের ধর্ম প্রয়োগ করে শলাকা চুম্বক প্রস্তুত করতে, দিক নির্দেশের ক্ষেত্রে চৌম্বকের ব্যবহার করতে বলা যেতে পারে।

7. Discuss with suitable examples from Physics or Chemistry, the techniques of evaluation in Science.

8. What methods according to you should be followed in order to make a correct evaluation of a student's performance in a science subject.

Or,

How will you proceed to evaluate the attainment of pupils in Physical Science?

॥ উত্তর ॥ [“ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার মূল্যায়নের পদ্ধতি” দেখুন]

9. Prepare unit test in a particular area of Physical Sciences to be administered within 30 (thirty) minutes.

10. Written test, oral test and practical examination cannot always assess the student's behavioural change in scientific interest and attitude.—Justify the statement and suggest appropriate tests and devices to evaluate those changes.

11. Make a critical estimate of the present system of Madhyamik examination in Physical Sciences in West Bengal.

॥ উত্তর ॥ [প্রথম অধ্যায়ে “পশ্চিম বাংলায় বর্তমান মাধ্যমিক বিজ্ঞান-শিক্ষা ব্যবস্থা” শীর্ষকে বর্তমান পরীক্ষার কাঠামো সম্পর্কে যে তথ্যগুলি দেওয়া হয়েছে দেখুন।

পশ্চিমবঙ্গের বিদ্যালয়ে ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার পরীক্ষাগারের কাজের কোন সুযোগ নেই। সেজন্য মূল্যায়ন ব্যবস্থায় শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক দক্ষতা পরিমাপের কোন সুযোগ নেই। মৌখিক পরীক্ষায় শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানের বিষয়গত জ্ঞান, ধারণা ও প্রকাশ ক্ষমতার মূল্যায়ন হলেও নির্ভর যোগ্যতার অভাব (স্বল্প প্রশ্ন করা হয় বলে) এবং নৈর্ঘাতিকতার অভাব আছে।

**লিখিত পরীক্ষা**—বিগত কয়েকটি বৎসরের প্রশ্ন-পত্রের ভিত্তিতে উদ্দেশ্য, প্রশ্নপত্রে বিষয়বস্তুর পরিধি, প্রশ্নের গঠন, ভাষা, কাঠামো, উত্তরের সীমা ও নম্বর দান পদ্ধতি আলোচনা করুন।



এরপর আলোচনা করতে হবে প্রশ্নপত্রের নিম্নলিখিত গুণ কতটুকু আছে।

**নির্ভরযোগ্যতা**—সমগ্র বিষয়বস্তুর উপর প্রশ্ন রাখা হয় বলে প্রশ্নপত্রের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পেয়েছে। তবে চিত্রধর্মী প্রশ্ন কম রাখা হয় বলে নির্ভরযোগ্যতা কিছুটা ক্ষুণ্ণ হয়েছে। তাছাড়া সব প্রশ্নের উত্তর করা বাধ্যতামূলক নয়।

**যথার্থ**—বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী প্রশ্ন সব সময় করা হয় না। প্রশ্নে জ্ঞানের উপর অধিক গুরুত্ব এবং ধারণার উপর কিছুটা গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। অত্যাগত উদ্দেশ্যগুলি প্রশ্নে উপেক্ষিত।

**নৈর্ব্যক্তিকতা**—রচনাধর্মী প্রশ্নের পরিবর্তে সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন, নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন, প্রশ্নপত্রের নৈর্ব্যক্তিকতা বৃদ্ধিতে সাহায্য করেছে।

**সংব্যখ্যান ও তুলনীয়তা**—প্রশ্নপত্রে নম্বর বন্টন সর্বদা বিষয়গত কাঠি ও পরিধির সাথে সমানুপাতী নয়। কোন প্রশ্নে পূর্ণ নম্বরের পরিবর্তে আংশিক নম্বর দেবার পদ্ধতি প্রধান পরীক্ষক নির্ধারণ করেন। সে বিচারে লিখিত পরীক্ষা দ্বারা দু'জন পরীক্ষার্থীর বিজ্ঞানের শিক্ষাগত কলাকলের তুলনা করা সম্ভব। দু'জন পরীক্ষকের বিচারে পার্থক্য থাকলেও প্রধান পরীক্ষক তা সম্ভবমত কমিয়ে আনবার চেষ্টা করেন। তবে পাশ-ফেলের জ্ঞান যে নম্বর নির্দিষ্ট আছে তা অত্যন্ত অবৈজ্ঞানিক।

### একাদশ অধ্যায় : হারবার্টের পঞ্চ-সোপান ও পাঠটীকা

1. What are the best approaches in your opinion to explain the following to the school students? Describe with suitable illustrations and experiments wherever possible :

(i) Faraday's laws of electrolysis. (ii) Characteristics of chemical change. (iii) Elements and Compounds. (iv) Chemical Compound and Mechanical mixture. (v) Air is a mechanical mixture. (vi) Water is formed from  $H_2$  and  $O_2$  combined in a definite proportion. (vii) Combustion. (viii) Oxidising and reducing actions of  $SO_2$ . (ix) Nitrogen cycle. (x) Energy and its transformation. (xi) Isotopes. (xii) Levers, (xiii) Electromagnetic Induction. (xiv) Hydrogen peroxide is an oxidising agent. (xv) Chemical changes are reversible.

**উত্তর (সংকেত) :** [এই বিষয়গুলি আলোচনা করবার সময় পাঠটীকার মত বিশদভাবে কিছু লেখার প্রয়োজন নেই। প্রথমে শ্রেণীর নাম ও উপকরণগুলি উল্লেখ করতে হবে। তারপর পদ্ধতি উল্লেখ করে কিভাবে উপস্থাপন করা হবে দেখাতে হবে। এক্ষেত্রে অভিযোজন ও বাড়ীর কাজ দেবার বিশেষ কোন প্রয়োজন নেই। উদাহরণের জ্ঞান চতুর্থ অধ্যায় দেখুন]

2. Write lesson notes on the following topics, indicating the classes for which they are respectively concerned.

Conditions of floatation in a liquied, Archimedes' Principle, Laws of grauitation, Planetary system, Eclipse of the sun and moon, Composition of air, Explansion due to heat, Characteristics of Physical and Chemical changes, Acids and alkalis, Properties of magnet, Preparation and properties of  $O_3$ ,  $CO_3$   $SO_3$ , &  $NH_3$ , Characteristics of liquid pressure, Nitrogen cycle, Energie and its transformation, Laws of reflection of light, Laws of refraction of light, Valency, Principles of periodic classification os elements, Dispersion of white light, Magnetic effect of e'ectric current and its use, Electric Current and its effects, Chemical effect of electric current, Ohm's law and its verification, Medium is necessary for propagation o sound, Allotropic modification of carbon, Simple voltaic cell, Levers, Inclined plane, Structure of atom, Laws of electromagnetic induction, Musical Sound, X-ray, Preparation of Soap, Nature and classification of organic compound, Petroleum and its products, Joule's law of heating elements, mlxture & compounds, velocity of sound in air, Destructive distillation of coal, Methods of magnetisation.

3. The basis of exact science is measurement."—How would you develop the idea in connection with the study of Physical Sciences? Explain clearly with suitable examples.

উত্তর (সংকেত) : [ পাঠটীকা—নং ২ ( ভৌত রাশি ও পরিমাপের একক )—এর আরোজন ও পাঠবোষণার স্তরে দেখানো হয়েছে বিজ্ঞানে “পরিমাপ” হ'ল অত্যাৱশ্যকীয় অঙ্গ । এই পাঠটীকার ভাবধারা অনুসরণে প্রশ্নটির উত্তর দেওয়া যেতে পারে । ]

4. A lesson in science should itself be scientific. Comment upon this.

### অধ্যায়—পরিশিষ্ট

প্রশ্ন 1. There are very great advantages in putting the teaching of Mathematics and Physics to the boys upto the age of sixteen in the hands of the same teacher. It would improve the teaching of both subjects by giving point to the Mathematics and precession to Physics.—Discuss.

উত্তর (সংকেত) : [ অঙ্ক ও পদার্থ বিজ্ঞানের অনুবন্ধের তিন্তিতে আলোচনা করা যেতে পারে । ]

2. Select some unit from one of the high school sciences and make a set of detailed plans for presenting it to a class by the unit—problem technique.



